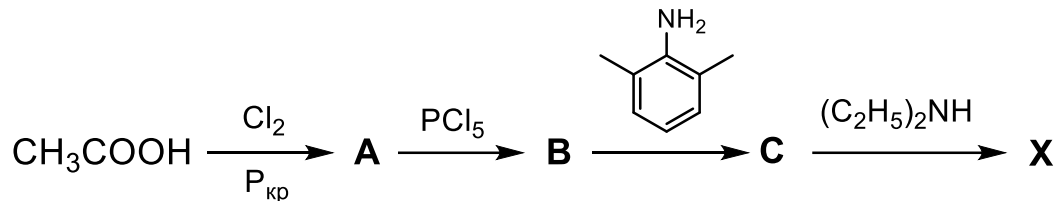




ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ. 2022–2023 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 11 КЛАСС
ЗАДАНИЯ, ОТВЕТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

1. Один из самых популярных анестетиков **X**, используемых для местного обезболивания, можно синтезировать по следующей схеме:



Вещество **X** состоит из четырёх элементов. Установите его молекулярную формулу. В ответ запишите число атомов каждого элемента в молекуле **X**.

Число атомов С –

Число атомов Н –

Число атомов N –

Число атомов O –

Ответ.

Число атомов С – 14

Число атомов Н – 22

Число атомов N – 2

Число атомов O – 1

4 балла – по 1 баллу за каждый правильный ответ

2. При разбавлении раствора вещества **A** в 10 раз pH увеличился на 1, а при таком же разбавлении раствора вещества **B** pH уменьшился на 0,5. Из приведённого списка веществ выберите формулы **A** и **B**. Каждому веществу отвечает только одна формула.

Вещество **A**

HF

Вещество **B**

HCl

KOH

KNO₃

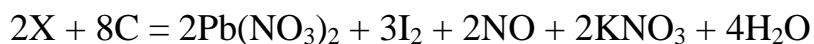
FeCl₃

NH₃

Ответ. Вещество **A** – HCl, вещество **B** – NH₃

3 балла – по 1,5 балла за каждый правильный ответ.

3. В каждом из приведённых превращений участвует одно и то же сложное вещество X. Используя правые части уравнений химических реакций, установите формулы веществ X, A – C.



X	A	B	C

Ответ.

X	A	B	C
KPbI ₃ или K[PbI ₃]	KOH	K ₂ S	HNO ₃

4 балла – по 1 баллу за каждую формулу

4. Сложный эфир состава C₃H₄O₂ вступает в реакцию с избытком аммиачного раствора оксида серебра. Во сколько раз масса образующегося осадка больше массы сложного эфира? Ответ приведите с точностью до целых.

$$m(\text{осадка}) / m(C_3H_4O_2) =$$

Ответ.

$$m(\text{осадка}) / m(C_3H_4O_2) = 6$$

3 балла за правильный ответ

(1 балл за ответ $m(Ag) / m(C_3H_4O_2) = 3$)

5. Бинарное соединение A представляет собой бесцветное кристаллическое вещество, хорошо растворимое в воде и окрашивающее пламя горелки в жёлтый цвет. Для получения вещества A используют реакцию ионного соединения B с газом B. При взаимодействии соединения B с водой выделяется газ Г с резким запахом, а раствор приобретает сильнощелочную реакцию среды. Газ B в 1,52 раза тяжелее воздуха и поддерживает горение тлеющей лучины. При взаимодействии раствора A с раствором нитрата серебра выпадает белый осадок вещества Д, которое в сухом состоянии легко разлагается со взрывом на твёрдое простое вещество E и газообразное простое вещество Ж. Вещество A при нагревании также разлагается на простые вещества: твёрдое З и газообразное Ж. Взаимодействием веществ Г и З может быть получено вещество Б. Определите неизвестные вещества А–З и запишите в поля ответов их формулы.

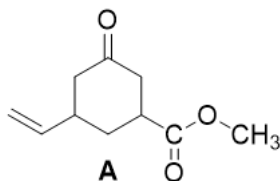
A	Б	B	Г	Д	E	Ж	З

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З
NaN ₃	NaNH ₂	N ₂ O	NH ₃	AgN ₃	Ag	N ₂	Na

6 баллов – за А–Г по **0,8 балла** за каждый правильный ответ, за Д–З по **0,7 балла** за каждый правильный ответ.

6. Природа восстановителя играет решающую роль в направлении протекания реакций восстановления полифункциональных органических соединений. Для приведённого ниже органического соединения **А** установите соответствие между восстановителем и продуктом восстановления **А**.



Восстановитель:	Продукт восстановления А :
1) H ₂ (1 атм), Pd/C	<p>А) CH₃-CH₂ CH₃</p>
2) NaBH ₄ , H ₂ O/CH ₃ OH	<p>Б) CH₃-CH₂ C(=O)-O-CH₃</p>
3) 1. LiAlH ₄ 2. H ₂ O	<p>В) CH₃-CH₂ CH₂OH</p>
4) N ₂ H ₄ , KOH, t	<p>Г) CH₂OH</p>
	<p>Д) C(=O)-O-CH₃</p>
	<p>Е) C(=O)-O-CH₃</p>

Ответ: 1Б, 2Д, 3Г, 4Е

4 балла – по **1 баллу** за каждое верное соответствие.

7. Ниже приведена таблица со средними значениями энергии некоторых связей:

Связь	Энергия связи, кДж/моль
C–C	348
C=C	620
C–H	414
C–O	344
C=O	708
O–H	460
O=O	499

Используя данные таблицы, рассчитайте теплоту (в кДж), выделяющуюся при сгорании 1 моль диметилового эфира с образованием паров воды. Ответ округлите до целых.

Выделится _____ кДж теплоты.

Ответ: 923 кДж.

3 балла

8. При электролизе водного раствора натриевой соли некоторой одноосновной кислоты на катоде выделялся газ **X**, а на аноде – газовая смесь, состоящая из газов **X** и **Y**. Запишите формулы газов **X** и **Y**, а также рассчитайте относительную плотность по гелию газовой смеси, выделяющейся на аноде. Считайте, что газы не реагируют с раствором и полностью покидают электролизер. Ответ округлите до десятых.

Формула газа **X**: _____

Формула газа **Y**: _____

Относительная плотность по гелию газовой смеси, выделяющейся на аноде: _____

Ответ:

Формула газа **X**: H_2

Формула газа **Y**: CO_2

Относительная плотность по гелию газовой смеси, выделяющейся на аноде: 7,5.

3 балла: формулы газов – по 1 баллу, расчёт относительной плотности – 1 балл

9. Учитель химии одной из московских школ решил познакомить учащихся младших классов с такой важной операцией, как титрование. Учителю было важно, чтобы ученики в первую очередь научились работать с бюретками (расчёты и суть метода были рассмотрены позже). При подготовке работы учитель решил взять растворы, которые можно приготовить достаточно быстро и без затрат реактивов, продающихся только в специализированных магазинах. Также важным было, чтобы у реакции был выраженный аналитический признак. Учитель приготовил водный раствор, содержащий вещество **A** (продаётся в сельскохозяйственных магазинах), и большое количество вещества **B**, которое можно купить в пищевых супермаркетах. К аликвоте (так называют пробу

раствора, имеющую определённый объём) полученного раствора учащиеся добавляли жидкость **В**, являющуюся одним из самых дешёвых и доступных лабораторных растворителей. На фотографиях ниже можно увидеть раствор до титрования и после.



Идентифицируйте все вещества, упомянутые в задаче. Какой анион **Г**, состоящий из атомов двух химических элементов, содержится в исходном растворе? В ответе укажите молярные массы (в г/моль) веществ **А**, **Б**, **В** и аниона **Г**. Относительные атомные массы всех элементов считайте целыми, кроме хлора, $A_r(\text{Cl}) = 35,5$.

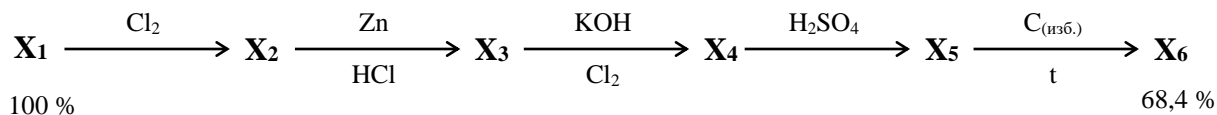
Вещество или частица	А	Б	В	Г
Молярная масса (г/моль)				

Ответы:

Вещество или частица	А	Б	В	Г
Молярная масса (г/моль)	250	58,5 [58,59]	18	206 [205, 206]

4 балла – по 1 баллу за каждое правильное число

10. Ниже приведена цепочка превращений. Все вещества $X_1 - X_6$ содержат атомы одного и того же химического элемента, массовые доли которого в некоторых веществах указаны в схеме превращений. Последнюю реакцию проводили в закрытом сосуде в течение длительного времени, в ней образовалось только два оксида и соль.



В ответе укажите формулу вещества X_6 и сумму коэффициентов в каждой реакции, **кроме второй** (коэффициенты – минимально возможные натуральные числа).

Формула X_6 –

Сумма коэффициентов в реакции 1 –

Сумма коэффициентов в реакции 3 –

Сумма коэффициентов в реакции 4 –

Сумма коэффициентов в реакции 5 –

Ответы:

Формула X_6 – Cr_2O_3

Сумма коэффициентов в реакции 1 – 7

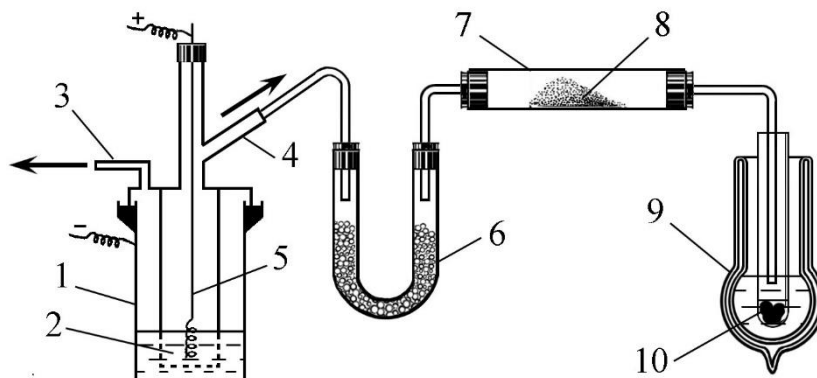
Сумма коэффициентов в реакции 3 – 22

Сумма коэффициентов в реакции 4 – 6

Сумма коэффициентов в реакции 5 – 6

5 баллов – по 1 баллу за каждый правильный ответ

11. Газообразное бинарное соединение E не имеет ни цвета, ни запаха, оно нетоксичное. Это довольно тяжёлый газ. 1 л газа E при н. у. имеет массу 6,52 г. Его можно получить в лаборатории, используя установку, представленную на рисунке.



Прибор для получения вещества Е: 1 – медный сосуд-электролизер, стенки которого являются катодом; 2 – расплав соли А; 3 – трубка для выхода водорода; 4 – трубка для выхода газа В; 5 – никелевый анод; 6 – медная U-образная трубка, заполненная сухим фторидом натрия для поглощения паров вещества С; 7 – медная трубка-реактор; 8 – вещество D; 9 – сосуд Дьюара с жидким азотом; 10 – сконденсированное вещество Е.

В медный сосуд, стенки которого служат катодом, загружают расплавленную кислую соль калия А. Эта соль состоит из трёх элементов в атомном отношении 1 : 1 : 2. В результате электролиза на аноде 5 выделяется газообразное простое вещество В. Его пропускают через слой сухого NaF в трубке 6, чтобы освободить от следов кислоты С.

В медной трубке-реакторе 7 газ В реагирует с простым веществом D. При обычных условиях D – кристаллическое вещество светло-жёлтого цвета. Реакция между В и D экзотермическая, не требует дополнительного нагревания, в результате образуется соединение Е, которое поступает в приёмник, охлаждаемый жидким азотом.

Определите вещества А – Е. В поля для ответа введите формулы этих веществ.

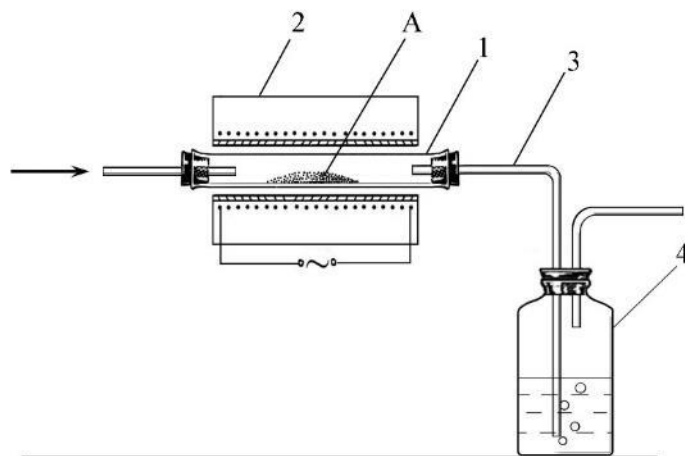
A	B	C	D	E

Ответ

A	B	C	D	E
KHF ₂	F ₂	HF	S или S ₈	SF ₆

5 баллов – по 1 баллу за каждую верную формулу.

12. В термостойкую трубку (см. рис., показана цифрой 1) поместили природный минерал А, бинарное соединение чёрного цвета. Трубку нагревали в печи 2.



Сначала в трубку 1 в течение длительного времени пропускали кислород при $400\text{ }^{\circ}\text{C}$. Вещество А полностью превратилось в вещество В. При этом его цвет и масса порошка практически не изменились. По газоотводной трубке 3 выделялся бесцветный газ С с резким запахом, который полностью поглощался избытком раствора щёлочи в склянке 4.

Затем в трубку 1 снова поместили соединение А и пропускали кислород при $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Вещество А полностью превратилось в бинарное соединение D. При этом цвет порошка изменился с чёрного на красный, а масса уменьшилась на 10 %. По газоотводной трубке 3 тоже выделялся газ С.

На следующем этапе эксперимента в трубку 1 снова поместили соединение А и пропускали водяной пар при $700\text{ }^{\circ}\text{C}$. Вещество А полностью превратилось в простое вещество Е, металл красно-розового цвета. Масса порошка уменьшилась на 20 %. По газоотводной трубке 3 выделялись два газа: С и F. Газ F – простое вещество, без цвета и без запаха, образует с воздухом гремучую смесь.

Определите вещества А – F. В поля для ответа введите формулы этих веществ.

A	B	C	D	E	F

Ответ.

A	B	C	D	E	F
Cu_2S	CuO	SO_2	Cu_2O	Cu	H_2

6 баллов – по 1 баллу за каждую верную формулу

Всего – 50 баллов.