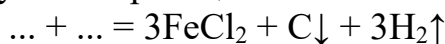




ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ. 2020–2021 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 11 КЛАСС

1. Какие два вещества вступили в реакцию?



В ответе приведите формулы веществ. Первой запишите формулу вещества, которое содержит железо (запишите формулу латинскими буквами, например C_2H_6).

Вещество 1	Вещество 2

Ответ:

Вещество 1	Вещество 2
Fe_3C	HCl

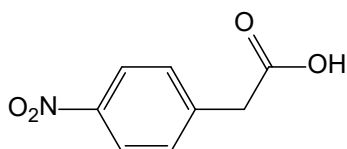
2 балла – по 1 баллу за каждое вещество

2. При кислородном обжиге сульфида трёхвалентного металла масса твёрдого вещества уменьшилась на $1/6$, а степень окисления металла увеличилась. Определите, какой сульфид был взят. В качестве ответа приведите его формулу (запишите формулу латинскими буквами, например C_2H_6).

Ответ: Ti_2S_3 .

4 балла

3. Из толуола в четыре стадии необходимо получить 4-нитрофенилуксусную кислоту:



Определите необходимые условия на каждой стадии. В ответе приведите последовательность 4 цифр из приведённого перечня (например, 8765).

- 1) $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$
- 2) Cl_2 (на свету)
- 3) $\text{H}_2\text{O}/\text{HCl}$
- 4) $\text{KOH}/\text{H}_2\text{O}$
- 5) HNO_3 (конц.)/ H_2SO_4
- 6) NaCN/DMCO
- 7) $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}$
- 8) $\text{CH}_3\text{Cl}/\text{FeCl}_3$

Ответ: 5263.

4 балла – по 1 баллу за каждый правильный выбор

4. Соединение **Y** образуется в результате бромирования пропионовой кислоты **X** в присутствии красного фосфора по реакции Геля – Фольгарда – Зелинского. Соединение **Z**, изомерное **Y**, образуется в результате взаимодействия акриловой кислоты с бромоводородной кислотой. Расположите соединения **X**, **Y**, **Z** в ряд по усилению кислотных свойств (от слабой к сильной).

Ответ: XZY.

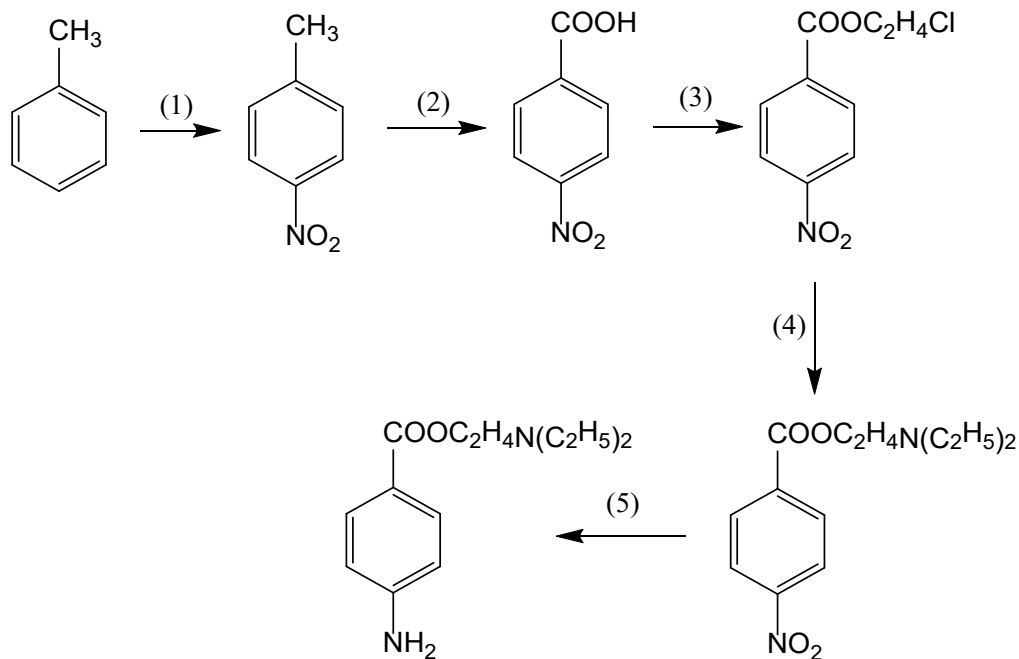
3 балла – по 1 баллу за каждый правильный выбор

5. Карбонат железа растворили в концентрированной азотной кислоте, при этом образовалась смесь двух газов, один из которых имеет окраску. Чему равна плотность смеси по водороду? Ответ дайте с точностью до десятых.

Ответ: 22,5

2 балла

6. Схема синтеза одного из широко известных местных анестетиков имеет вид:



Каждой стадии, обозначенной цифрой, поставьте в соответствие букву, обозначающую условия её проведения, из перечня ниже.

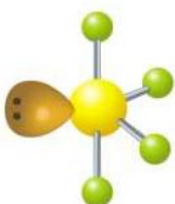
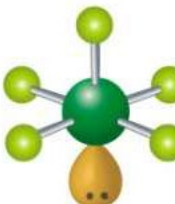
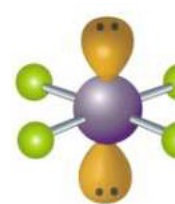
- А) Fe/HCl
- Б) $(C_2H_5)_2NH$ ($120^\circ C$, автоклав)
- В) $HOCH_2CH_2Cl$ (H^+)
- Г) $K_2Cr_2O_7/H_2SO_4$
- Д) HNO_3 (конц.)/ H_2SO_4

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)


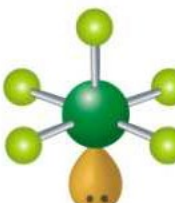
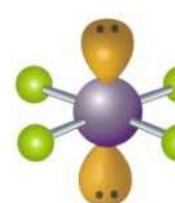
Ответ:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Д	Г	В	Б	А

5 баллов – по 1 баллу за каждый правильный выбор

7. В таблице изображены структурные формулы трёх молекул, содержащих общий элемент (на всех рисунках его атомы показаны одним и тем же цветом). Изображены неподелённые электронные пары центрального атома, и приведены относительные молекулярные массы. Под каждой структурой напишите формулу вещества (запишите формулу латинскими буквами, например C₂H₆).

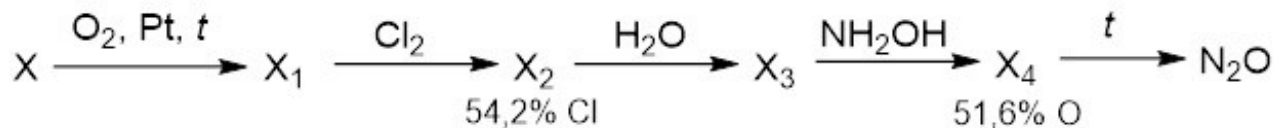
		
$M_r = 108$	$M_r = 130,5$	$M_r = 207$

Ответ:

		
$M_r = 108$	$M_r = 130,5$	$M_r = 207$
SF ₄	ClF ₅	XeF ₄

3 балла – по 1 баллу за каждую формулу

8. Дана схема превращений:



Все неизвестные вещества содержат азот. Определите вещества и запишите их формулы в таблицу.

X	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄

Ответ:	X	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
	NH ₃	NO	NOCl	HNO ₂	H ₂ N ₂ O ₂

5 баллов – по 1 баллу за каждое вещество

9. Вещество **A** представляет собой бесцветную горючую жидкость. При сгорании вещества **A** образуются три оксида – **B**, **V** и **Г** – в мольном соотношении 1 : 8 : 10, причём известно, что при комнатной температуре вещество **B** – твёрдое, **V** – газ, а **Г** – жидкость. При нагревании вещества **A** до 600°C оно разлагается на оксид **B** и органическое вещество **Д**, в мольном соотношении 1 : 2. Известно, что вещество **Д** раньше применялось для ингаляционного наркоза. Определите неизвестные вещества, если известно, что **B** содержит 53,3 % кислорода (по массе). В качестве ответа приведите молярные массы веществ **A** и **Д** с точностью до целых.

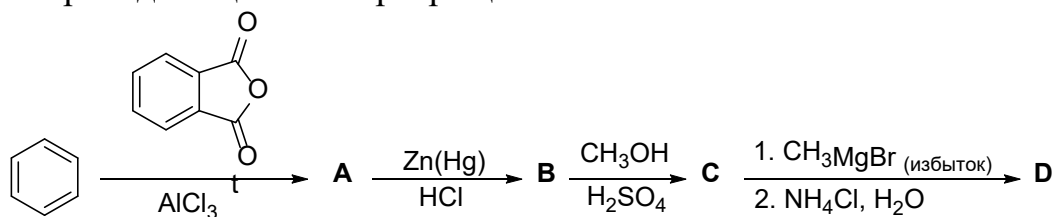
М(A), г/моль	М(Д), г/моль

Ответ:

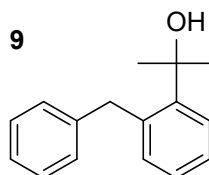
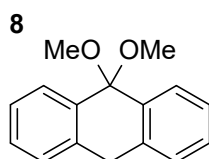
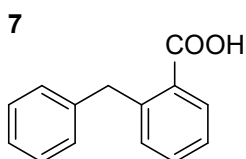
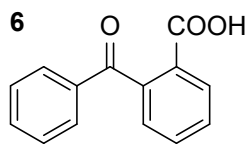
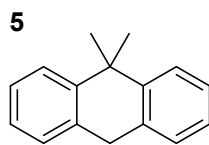
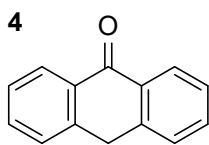
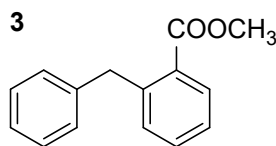
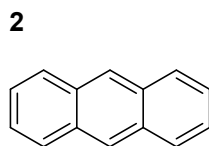
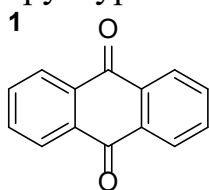
М(A), г/моль	М(Д), г/моль
208	74

4 балла – по 2 балла за каждый правильный ответ

10. Ниже приведена цепочка превращений:



Определите неизвестные вещества **A–D**. Для каждого вещества запишите номер правильной структуры из представленного списка:



A	B	C	D

Ответ:

Ответ:	A	B	C	D
	6	7	3	9

6 баллов (по 1,5 балла за каждый правильный выбор)

11. К раствору вещества **A** голубого цвета добавили раствор иодида калия. При этом реакционная смесь приняла интенсивно-бурю окраску. После добавления к смеси раствора сульфита калия буря окраска исчезла, становится заметным образование осадка вещества **B** белого цвета. Осадок **B** обработали крепким раствором гидроксида калия и аккуратно нагрели. Вещество **B** превратилось в вещество **C** – осадок красно-оранжевого цвета. Осадок отделили, промыли и поместили в разбавленную серную кислоту. При нагревании раствор приобрёл голубую окраску из-за образования вещества **A**. На дне реакционного сосуда образовался осадок простого вещества **D**.

Вещество **D** выделили из смеси, поместили в пробирку с крепким раствором аммиака (см. рис. 1), закрыли пробкой и интенсивно встряхивали в течение некоторого времени. Осадок вещества **D** растворился, а раствор принял интенсивно-синюю окраску из-за образования соединения **E**. Если раствор аммиака налить так, что в пробирке не останется воздуха (см. рис. 2), то при встряхивании никаких изменений не происходит.

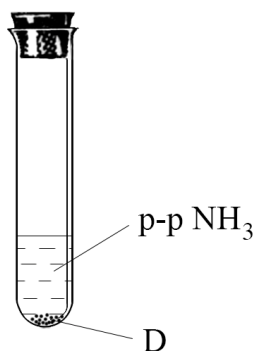


Рисунок 1

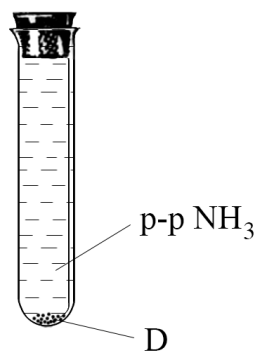


Рисунок 2

К раствору вещества **E** добавили гидразин (N₂H₄), раствор полностью обесцветился, наблюдалось выделение пузырьков азота. Соединение **E** превратилось в соединение **F**. К полученному раствору **F** добавили иодоводородную кислоту, образовался осадок вещества **B**.

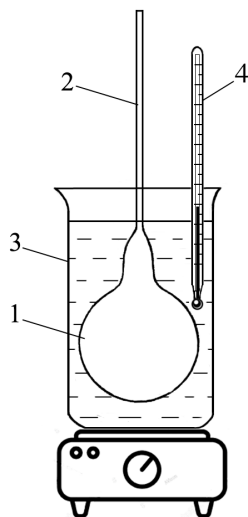
Определите вещества **A–F**, запишите их формулы в соответствующие поля (например, N₂O₅, K₃[Al(OH)₆]). Дополнительно известно, что в состав всех веществ **A–F** входят атомы одного элемента-металла, который в соединении **E** имеет координационное число 4, а в соединении **F** – координационное число 2.

A	B	C	D	E	F

Ответ:	A	B	C	D	E	F
	CuSO ₄	CuI	Cu ₂ O	Cu	[Cu(NH ₃) ₄](OH) ₂	[Cu(NH ₃) ₂]OH

6 баллов – по 1 баллу за каждое вещество

12. Для определения молярной массы легкокипящих жидкостей можно использовать метод, разработанный французским учёным Ж.Б. Дюма в первой половине XIX столетия. Чистую и высушенную круглодонную колбу с тонким оттянутым капилляром (см. рис.) тщательно взвешивают. Затем в неё вводят некоторое количество исследуемой жидкости **X**. Колбу (на рис. показана цифрой 1) помещают в масляную баню 3 и нагревают до полного испарения жидкости **X** внутри колбы. Пары исследуемого вещества **X** полностью вытесняют воздух из колбы, их избыток выходит через капилляр 2 в атмосферу. Выжидают ещё несколько минут для того, чтобы пар в колбе принял температуру нагретого масла, и давление внутри колбы установилось равным атмосферному. Температуру контролируют с помощью термометра 4. Затем, не прекращая нагревание колбы, конец капилляра 2 запаивают.



Колбу с хорошо запаянным капилляром вынимают из масляной бани, охлаждают до комнатной температуры, удаляют все капельки масла с её поверхности и взвешивают. Затем её опускают заплавленным концом в освобождённую от растворённых газов воду и под водой отламывают заплавленный кончик. Вода «врывается» в колбу и заполняет её практически полностью. Наполненную водой колбу вместе с обломанным кончиком снова взвешивают. Результаты измерений для жидкости **X** приведены в таблице ниже.

Масса колбы с воздухом, г	Масса колбы с парами жидкости X, г	Масса колбы, заполненной водой*, г	Температура воздуха, °С	Атмосферное давление, кПа
120,29	121,25	370,00	25	101,3

* При решении данной задачи можно принять следующие допущения:

- 1) плотность воды при температуре эксперимента принять равной ~ 1 г/мл;
- 2) пренебречь массой исследуемой жидкости X, которая осталась в шаре при его заполнении водой;
- 3) считать, что температура пара вещества X в колбе, погружённой в масляную баню, равна 150°C .

1. Рассчитайте значение молярной массы жидкости X, ответ выразите в г/моль и округлите до ближайшего целого числа.

2. Жидкость X является органическим соединением и состоит из трёх элементов, её молекула содержит два атома галогена. Установите молекулярную формулу X и запишите ответ в соответствующее поле, например $\text{C}_2\text{H}_4\text{F}_2$, т. е. сначала углерод, затем водород и галоген.

3. При действии магния на жидкость X реакция может протекать как с образованием магнийорганического соединения, так и с образованием алкена Y. Если полученное магнийорганическое соединение обработать водой, то при его гидролизе выделяется алкан Z. Определите вещества Y и Z, запишите их систематические названия в соответствующие поля.

Ответ:

1. 174 или 173
2. X — CH_2Br_2
- 3.

Y	Z
этен или этилен	метан

6 баллов – 3 балла за первый ответ, 1 балл – за формулу и 2 балла за два названия

Всего – 50 баллов