

**Химия. 8 класс**

1 вариант

Работа рассчитана на 235 минут.

**Все решения должны быть полными и обоснованными.**

**Задание 1.**

В лаборатории проводили опыт по получению бесцветного газа **X** с резким характерным запахом. Для этого в пробирку поместили 6 г гашеной извести и 10,7 г соли **Y**, молярная масса которой составляет 53,5 г/моль (*реакция 1*). Газ **X** используется для производства удобрений, взрывчатых веществ, полимеров, соды и других продуктов химической промышленности. Известно также, что плотность газа **X** составляет 0,76 кг/м<sup>3</sup> (н.у.).

1. Определите газ **X**. Свой ответ подтвердите расчетом. Приведите его тривиальное название, а также назовите его по систематической номенклатуре;
2. Определите сколько по массе и объему (н.у) выделилось газа **X** после проведения реакции 1;
3. Укажите, два способа как можно распознать газ **X**.
4. Определите продукты взаимодействия газа **X** с азотной кислотой (*реакция 2*) и оксидом меди (*реакция 3*). Запишите уравнения реакций всех описанных превращений.

**16 баллов**

**Задание 2.**

Известно, что масса электрона примерно в 1840 раз меньше массы протона.

1. Рассчитайте массу электрона в граммах и его заряд (Кл)
2. В каком объеме гелия (298 К, 760 мм.рт.ст) содержится 1 г электронов?

Для расчета используйте уравнение Менделеева-Клайперона:  $pV=nRT$ .

Для справки:  $1^{\circ}\text{C} + 273,15 = \text{K}$ ;  $R = 8,314 \text{ Дж/К}\cdot\text{моль}$ ;  $1 \text{ атм} = 101325 \text{ Па}$

3. В 3 моль какого элемента и какого простого вещества содержится 26 мг электронов?

В расчетах примите постоянную Фарадея - электрический заряд 1 моля электронов – равной 96500 Кл/моль.

**18 баллов**

### Задание 3. Для варианта 1

**X** - сильная неорганическая кислота, которая является составной частью желудочного сока. В лабораторной практике **X** получают при растворения в воде газа **A**, который может быть получен действием концентрированной серной кислоты на поваренную соль.

1. Запишите уравнение реакции получения газа **A**.
2. В ходе эксперимента железные опилки массой 2,8 г растворили в 200 мл раствора кислоты **X** плотностью 1,07 г/см<sup>3</sup> и массовой долей 15%. Вычислите массовую доли соли в полученной растворе.
3. Металл **Y** растворили в кислоте **X**, при этом выделилось 2,24 л водорода и образовалось 8,9 г соли, в которой степень окисления металла +3. Определите металл **Y**, который был растворен в кислоте **X**.
4. Укажите продукты взаимодействия **X** с оксидом стронция, цинком, аммиаком и перманганатом калия.

**20 баллов**

### Задание 4.

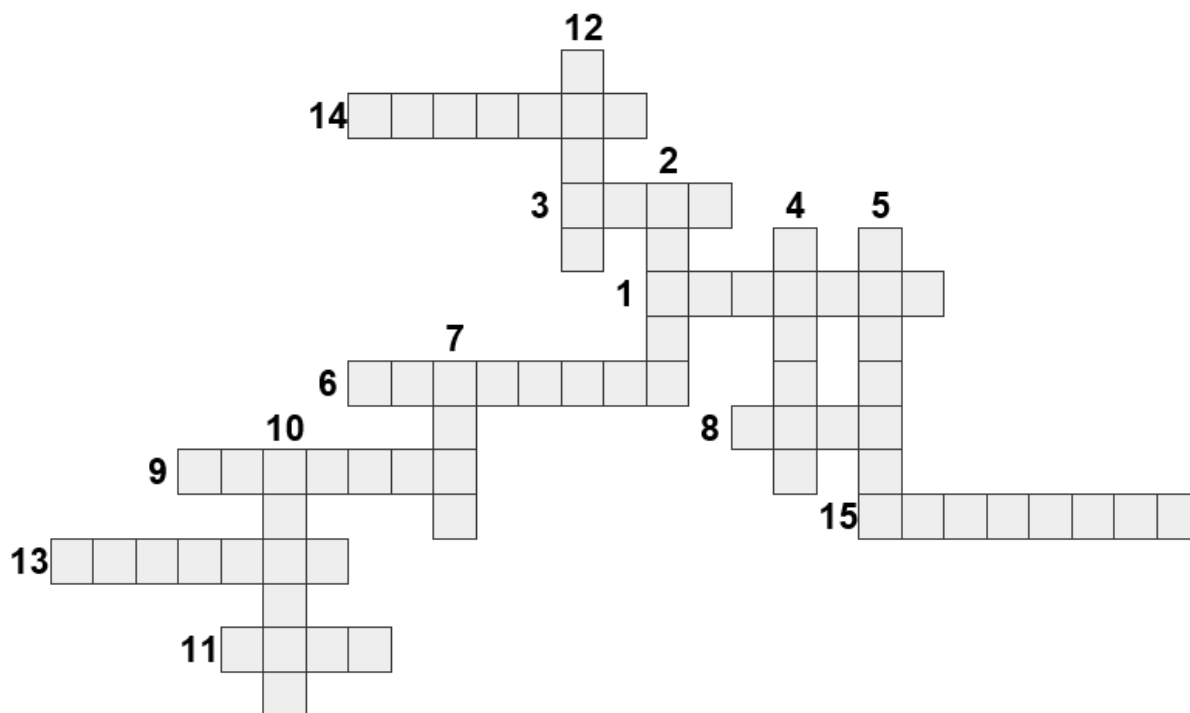
Химик Антон растворил марганцевый купорос в воде. К полученному раствору в присутствии кислорода Антон добавил гидроксид натрия, после чего произошло образование коричневого осадка **X** (*реакция 1*). Осадок **X** был растворен в концентрированной соляной кислоте и упарен досуха (*реакция 2*), после чего к осадку добавили небольшое количество воды. К полученному раствору Антон добавил нитрат серебра (*реакция 3*), что привело к образованию осадка **Y**, который был выпарен и разделён на две равные части. Одна часть осадка **Y** была растворена в концентрированной серной кислоте при кипячении (*реакция 4*), а другую часть осадка **Y** прокалили с карбонатом натрия при 900 °С (*реакции 5*).

1. К 100 г 1,5 %-ного раствора AgNO<sub>3</sub>, который использовался в *реакции 3*, Антон добавлял по каплям 50 г раствора Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> с массовой долей растворенного вещества 10% до окончания выпадения осадка **A** (*реакция 6*), который затем отделили и прокалили в токе H<sub>2</sub>. Определите массу образовавшегося черного порошка **B** (*реакция 7*), который был получен после прокаливания в токе водорода.
2. Определите вещества **X**, **Y**, **A** и **B**. Запишите уравнения *реакций 1-7*.
3. Установите, какие продукты образуются при взаимодействии марганцевого купороса с перманганатом калия в нейтральной среде (*реакция 8*). Определите окислитель и восстановитель.

**31 балл**

### Задание 5.

Используя подсказки, разгадайте кроссворд. Ответы запишите в формате «номер – слово».



1. Редкий переходный металл серебристо-белого цвета, используется как катализатор для многих химических реакций. Относится к платиновым металлам и открыт К. К. Клаусом в Казани в 1844 г. при анализе им так называемых заводских платиновых осадков. Клаус выделил новый металл в виде сульфида и предложил назвать его в честь России.
2. Это синтезированный трансурановый металл серебристого цвета. Назван в честь Пьера и Марии Кюри.
3. Баночка с притертой пробкой. Используется как ёмкость при исследованиях, связанных с высушиванием и взвешиванием сыпучих материалов.
4. Этот химический элемент входит в состав таких минералов как гематит, магнетит, сидерит и пирит.
5. Мерный или дозирующий сосуд, представляющий собой трубку, либо ёмкость с трубкой, имеющую конец с небольшим отверстием, для ограничения скорости вытекания жидкости.
6. В качестве топлива для радиоизотопного термоэлектрического генератора часто используют радиоактивный нуклид химического элемента **X** с массовым числом 238 (обычно в виде диоксида  $^{238}\text{XO}_2$ ). Что это за элемент **X**?
7. Этот химический элемент назван в честь одной из планет Солнечной системы. Простое вещество, образованное этим элементов, представляет собой металл серебристо-белого цвета. В древнейшие времена природная окись этого металла использовалась для изготовления жёлтой посуды.
8. Название этого химического элемента с древнегреческого языка переводится как «безжизненный».

9. Электролит, который при электролитической диссоциации образует в качестве катионов только ионы водорода.
10. В алхимии этот металл ассоциировался с планетой Сатурн и обозначался её символом «♄».
11. Этот металл обозначался алхимиками символом «♀» - «зеркало Венеры».
12. Стекланный сосуд с круглым или плоским дном, обычно с узким длинным горлом.
13. Французский химик Эжен Демарсе обнаружил полосу спектра элемента в самариевой земле и смог выделить этот элемент, описал его и дал ему название в честь Европы.
14. Самый лёгкий газ, легче воздуха в 14,5 раз.
15. Современный метод получения этого металла был разработан независимо американцем Чарльзом Холлом и французом Полем Эру в 1886 году. Он заключается в растворении глинозема в расплаве криолита с последующим электролизом с использованием расходуемых коксовых или графитовых анодных электродов.

**15 баллов**



**Химия. 8 класс**

2 вариант

Работа рассчитана на 235 минут.

**Все решения должны быть полными и обоснованными.**

**Задание 1.**

В лаборатории проводили опыт по получению бесцветного газа **X** при взаимодействии 100 г 20 % раствора соляной кислоты с 20 г соли **Y**, молярная масса которой составляет 100,0 г/моль (*реакция 1*). Газ **X** используется для газирования лимонада, газированной воды и других напитков. Известно также, что плотность газа **X** составляет 1,96 кг/м<sup>3</sup> (н.у.).

1. Определите газ **X**. Свой ответ подтвердите расчетом. Приведите его тривиальное название, а также назовите его по систематической номенклатуре;
2. Определите сколько по массе и объему (н.у) выделилось газа **X** после проведения реакции 1;
3. Укажите, два способа как можно распознать газ **X**.
4. Определите продукты взаимодействия газа **X** с оксидом стронция (*реакция 2*) и гидроксокарбонатом меди(II) под давлением (*реакция 3*). Запишите уравнения реакций всех описанных превращений.

**16 баллов**

**Задача 2**

Известно, что масса электрона примерно в 1840 раз меньше массы нейтрона.

1. Рассчитайте массу электрона в граммах и электрический заряд 1 моля электронов, если заряд электрона составляет  $-1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.
2. В каком объеме неона (300 К, 760 мм.рт.ст) содержится 1 г электронов?

Для расчета используйте уравнение Менделеева-Клапейрона:  $pV=nRT$ .

Для справки:  $1^{\circ}\text{C} + 273,15 = \text{K}$ ;  $R = 8,314 \text{ Дж/К}\cdot\text{моль}$ ;  $1 \text{ атм} = 101325 \text{ Па}$

3. В 2 моль какого элемента и какого простого вещества содержится **19,5 мг электронов**.

**18 баллов**

### Задание 3.

**X** - сильная неорганическая кислота, которая способна поглощать водяные пары, применяется для сушки газов, жидкостей и твёрдых тел, например, в эксикаторах. В лаборатории **X** можно получить взаимодействием сероводорода ( $\text{H}_2\text{S}$ ) с бромной водой ( $\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ).

1. Запишите уравнение реакции получения **X** в лаборатории.
2. Какой объем газа (при н. у.) может выделиться при действии 2 г цинка на 150 мл 10%-ный раствор кислоты **X** ( $\rho = 1,07 \text{ г/см}^3$ )? Рассчитайте массовую долю соли в получившемся растворе.
3. Металл **Y** массой 14 г растворили в кислоте **X**, при этом выделилось 5,6 л водорода и образовалась соль, в которой степень окисления металла +2. Определите металл **Y**, который был растворен в кислоте **X**.
4. Укажите продукты взаимодействия разбавленной **X** с оксидом меди, литием, аммиаком и концентрированной **X** с рубидием.

**20 баллов**

### Задание 4.

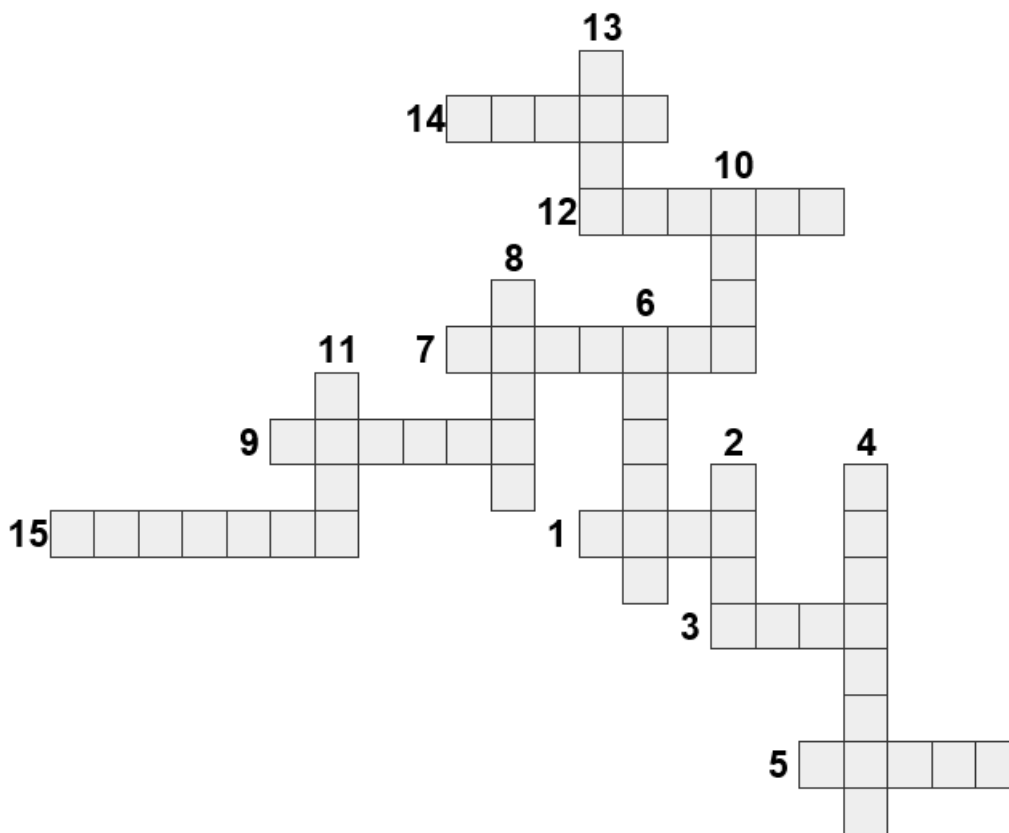
Химик Антон растворил медный купорос в воде. К полученному раствору Антон добавил карбонат натрия, после чего произошло образование изумрудно-зеленого осадка **X** и выделение газа **Y** (*реакция 1*). Осадок **X** был отфильтровали и прокален (*реакция 2*), а твердый остаток был растворен в соляной кислоте (*реакция 3*). Через раствор пропустили сернистый газ, что привело к образованию белого осадка **A** (*реакция 4*), который был выпарен и разделён на две равные части. Известно, что степень окисления меди в **A** составляет +1. Одна часть осадка **A** была растворена в горячей концентрированной азотной кислоте (*реакция 5*), а к другой части осадка **A** добавили немного воды, полученную суспензию прокипятили, что привело к образованию металла **B** (*реакции 6*).

1. Через 10%-ный раствор медного купороса пропускали сероводород до прекращения выделения черного осадка (*реакция 7*). Масса осадка составила 28,8 г. Рассчитайте массу раствора медного купороса.
2. Определите вещества **X**, **Y**, **A** и **B**. Запишите уравнения *реакций 1-7*.
3. Установите, какие продукты образуются при взаимодействии медного купороса с иодидом калия (*реакция 8*). Определите окислитель и восстановитель.

**31 балл**

### Задание 5.

Используя подсказки, разгадайте кроссворд. Ответы запишите в формате «номер – слово».



1. В 1774 г шведский химик Карл Вильгельм Шееле получил этот газ при взаимодействии пиролюзита с соляной кислотой.
2. Название этого химического элемента с древнегреческого языка может быть переведено как «зловонный».
3. Один из первых металлов, хорошо освоенных человеком. Этот металл встречается в природе в самородном виде чаще, чем золото, серебро и железо.
4. Блестящий светло-серый металл, имеющий самые высокие доказанные температуры плавления и кипения. имеет твёрдость по Моосу 7,5.
5. Хлорид этого металла способен окрашивать пламя в фиолетовый цвет.
6. Емкость для нагрева, высушивания, сжигания, обжига или плавления различных материалов.
7. Неядовитый, негорючий, одноатомный газ, который не имеет цвета, запаха и вкуса. В газообразном состоянии он в 2,87 раза тяжелее воздуха.
8. Название этого элемента происходит от древнегреческого слова ἀργός, что означает «ленивый, медленный». Простое вещество - инертный одноатомный газ без цвета, вкуса и запаха.
9. Этот металл входит в состав гемоглобина.
10. Название этого элемента происходит от греческого слова νέος - новый. Простое вещество, образованное этим элементом, является инертным одноатомным

газом без цвета и запаха. Смесь этого газа и гелия используют как рабочую среду в газовых лазерах.

11. Твердое вещество желтого цвета, горит на воздухе, распространяя едкий газ с резким запахом. В самородном виде встречается в местах вулканической активности.
12. Название этого элемента происходит от древнегреского слова ξένος, что означает «чужой». Известно также, что элемент входит в состав фторидов:  $AF_2$ ,  $AF_4$  и  $AF_6$ .
13. Довольно пластичный серебристо-белый металл, который применяется для защиты стали от коррозии.
14. Блестящий щелочноземельный металл серебристо-белого цвета, быстро тускнеющий на воздухе. Получить этот металл в начале XX века стоило огромного труда. Мария Кюри трудилась 12 лет, чтобы получить крупинку этого металла. Чтобы получить всего 1 г этого металла, нужно было несколько вагонов урановой руды, 100 вагонов угля, 100 цистерн воды и 5 вагонов разных химических веществ.
15. Блестящий благородный металл серебристо-белого цвета. В честь этого металла названо семейство благородных металлов в VIII(Б) группе.

**15 баллов**

**Химия. 8 класс**

3 вариант

Работа рассчитана на 235 минут.

**Все решения должны быть полными и обоснованными.**

**Задание 1.**

В лаборатории проводили опыт по получению бесцветного газа **X** с характерным запахом тухлых яиц. Для этого в пробирку поместили 2 г триолита (сульфида железа (II)) и 10 г 20 % раствора кислоты **Y**, молярная масса которой составляет 36,5 г/моль (*реакция 1*). Газ **X** используется в аналитической химии как реагент для осаждения тяжелых металлов. Известно также, что плотность газа **X** составляет 1,52 кг/м<sup>3</sup> (н.у.).

1. Определите газ **X**. Свой ответ подтвердите расчетом. Приведите его тривиальное название, а также назовите его по систематической номенклатуре;
2. Определите сколько по массе и объему (н.у) выделилось газа **X** после проведения реакции 1;
3. Укажите, два способа как можно распознать газ **X**.
4. Определите продукты взаимодействия газа **X** с гидроксидом калия (*реакция 2*) и оксидом серы (IV) (*реакция 3*). Запишите уравнения реакций всех описанных превращений.

**16 баллов**

**Задание 2.**

Известно, что масса протона примерно равна массе нейтрона и в 1840 раз больше массы электрона, поэтому масса атома практически равна массе ядра.

1. Рассчитайте массу электрона в граммах и заряд протона (Кл).
2. В каком объеме аргона (298 К, 760 мм.рт.ст) содержится 1г электронов?

Для расчета используйте уравнение Менделеева-Клапейрона:  $pV=nRT$ .

Для справки:  $1^{\circ}\text{C} + 273,15 = \text{K}$ ;  $R = 8,314 \text{ Дж/К}\cdot\text{моль}$ ;  $1 \text{ атм} = 101325 \text{ Па}$

3. В 2,8 л (при н.у) простого газообразного вещества **X** содержится  $7,525 \cdot 10^{23}$  электронов. Определите простое вещество **X** и укажите его молярную массу.

В расчетах примите постоянную Фарадея - электрический заряд 1 моля электронов – равной 96500 Кл/моль.

**18 баллов**

### Задание 3.

**X** - сильная неорганическая кислота, отвечающая высшей степени окисления азота +5. В XVII веке Иоганн Рудольф Глаубер получил **X**, действуя на калиевую селитру концентрированной серной кислотой.

1. Запишите уравнение реакции получения **X**.
2. Смесь алюминия и меди массой 10 г обработали концентрированной азотной кислотой, при этом выделилось 4,48 л (н.у) бурого газа. Определите массовую долю алюминия в смеси.
3. Оксид металла **A** прореагировал с азотной кислотой с образованием 17 г соли и 1,8 г воды. Установите металл **A**. Какая масса оксида металла **A** вступила в реакцию с **X**?
4. Укажите продукты взаимодействия разбавленной **X** с мелом, оксидом цинка, аммиаком и концентрированной **X** с цинком.

**20 баллов**

### Задание 4.

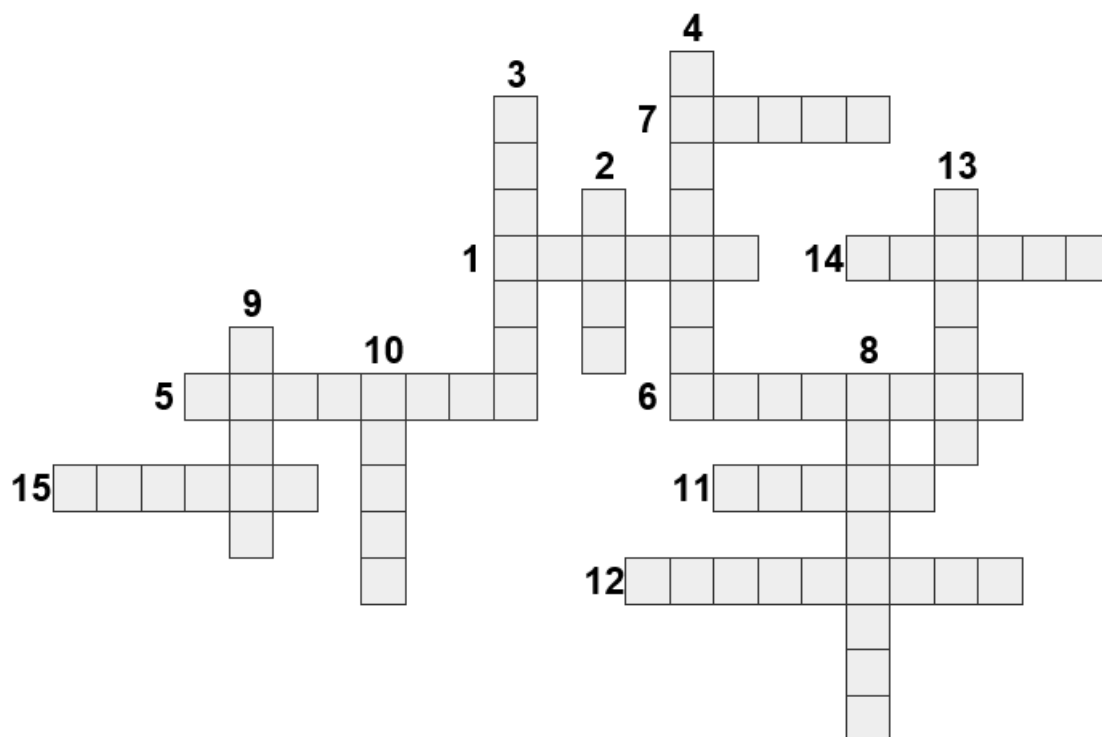
Химик Антон растворил динитрат свинца в воде. Через полученный раствор Антон пропустил бесцветный удушливый газ **X**, после чего произошло образование желтого осадка **Y** (*реакция 1*). В лабораторной практике газ **X** может быть получен взаимодействием сероводорода с йодом (*реакция 2*). Также при обработке осадка **Y** азотной кислотой одним из продуктов является динитрат свинца (*реакция 3*), а при пропускании сероводорода через раствор динитрата свинца образуется чёрный осадок **A** (*реакция 4*), который восстановили до металла **B** нагреванием осадка в токе водорода (*реакция 5*).

1. Навеску металла **B** растворили в концентрированной азотной кислоте (*реакция 6*). Полученный раствор выпарили, а сухой остаток прокалили (*реакция 7*). В результате чего было получено 22,3 г оксида. Определите массу навески металла **B**, которая была растворена в концентрированной азотной кислоте.
2. Определите вещества **X**, **Y**, **A** и **B**. Запишите уравнения *реакций 1-7*.
3. Установите, какие продукты образуются при взаимодействии **A** с разбавленной азотной кислотой (*реакция 8*). Определите окислитель и восстановитель.

**31 балл**

### Задание 5.

Используя подсказки, разгадайте кроссворд. Ответы запишите в формате «номер – слово».



1. Хлорид этого металла окрашивает пламя в желтый цвет.
2. Является самым химически активным неметаллом и сильнейшим окислителем. Относится к группе галогенов и является самым легким элементом из этой группы.
3. Этот элемент был предсказан Д. И. Менделеевым (как экабор) и открыт в 1879 году шведским химиком Ларсом Нильсоном. Нильсон назвал элемент в честь Скандинавии.
4. Сосуд цилиндрической формы, имеющий полукруглое, коническое или плоское дно. Широко используется в химических лабораториях.
5. Блестящий переходный металл серебристо-серого цвета. Пластичен, устойчив к коррозии, а также обладает высокой стойкостью к воздействию биологических сред, даже более высокой, чем титан, и отличной биосовместимостью, благодаря чему применяется для создания костных, суставных и зубных протезов, а также хирургического инструмента.
6. Прибор для измерения плотности жидкостей и твёрдых тел, принцип работы которого основан на законе Архимеда.
7. Этот жидкий металл (при н.у) обозначался алхимиками символом «☿».
8. Твёрдый, но одновременно с этим, хрупкий переходный металл серебристо-белого цвета. Характерные степени окисления для этого металла: 0, +2, +3, +4, +6, +7.
9. Очень лёгкий (обладает наименьшей плотностью среди всех металлов), мягкий щелочной металл серебристо-белого цвета.

10. Пластичный, ковкий и легкоплавкий блестящий постпереходный металл серебристо-белого цвета. Электронная конфигурация атома химического элемента, образующего этот металл, может быть записана  $[\text{Kr}]4d^{10}5s^25p^2$ .
11. Один из самых распространённых минералов в земной коре, породообразующий минерал большинства магматических и метаморфических пород. Химическая формула:  $\text{SiO}_2$ .
12. Сосуд, в котором поддерживается определённая влажность воздуха (обычно близкая к нулю), изготовленный из толстого стекла или (реже) пластика.
13. Этот драгоценный металл обозначался алхимиками символом « $\odot$ ».
14. Одна из трёх (вместе с нейтроном и электроном) элементарных частиц, из которых построено обычное вещество.
15. Легкий, ковкий щёлочноземельный металл серебристо-белого цвета. В 1809 г. английский химик Гемфри Дэви с помощью электролиза увлажнённой смеси магнезии и оксида ртути получил амальгаму неизвестного металла.

**15 баллов**



**Химия. 8 класс**

4 вариант

Работа рассчитана на 235 минут.

**Все решения должны быть полными и обоснованными.**

**Задание 1.**

В лаборатории проводили опыт по получению бесцветного газа **X** с резким характерным запахом. Для этого в колбу поместили 17,4 г пиролюзита (диоксида марганца) и избыток кислоты **Y**, молярная масса которой составляет 36,5 г/моль (*реакция 1*). Газ **X** используется для производства инсектицидов, синтетического каучука и других продуктов химической промышленности. Известно также, что плотность газа **X** составляет 3,17 кг/м<sup>3</sup> (н.у.).

1. Определите газ **X**. Свой ответ подтвердите расчетом.
2. Определите, сколько по массе и объему (н.у) выделилось газа **X** после проведения реакции 1.
3. Уравняйте данную химическую реакцию методом электронного баланса:  
$$I_2 + X + H_2O \rightarrow Y + HIO_3.$$
4. Определите продукты взаимодействия газа **X** с железом (*реакция 2*), гидроксидом натрия (*реакция 3*) и угарным газом (*реакция 4*). Запишите уравнения реакций всех описанных превращений.

**16 баллов**

**Задание 2.**

Известно, что масса протона примерно равна массе нейтрона и в 1840 раз больше массы электрона, поэтому масса атома практически равна массе ядра.

1. Рассчитайте массу электрона в граммах и заряд позитрона (Кл).
2. В каком объеме криптона (29 °С, 760 мм.рт.ст) содержится 1г электронов?  
Для расчета используйте уравнение Менделеева-Клайперона:  $pV=nRT$ .  
Для справки:  $1^\circ\text{C} + 273,15 = \text{K}$ ;  $R = 8,314 \text{ Дж/К}\cdot\text{моль}$ ;  $1 \text{ атм} = 101325 \text{ Па}$
3. В 1,4 л (при н.у) простого газообразного вещества **X** содержится  $6,02 \cdot 10^{23}$  электронов. Определите простое вещество **X** и укажите его молярную массу.

В расчетах примите постоянную Фарадея - электрический заряд 1 моля электронов – равной 96500 Кл/моль.

**18 баллов**

### Задание 3.

**X** - сильная неорганическая кислота, которая является составной частью желудочного сока. В лабораторной практике **X** получают при растворения в воде газа **A**, который может быть получен действием концентрированной серной кислоты на поваренную соль.

1. Запишите уравнение реакции получения газа **A**.
2. В ходе эксперимента цинковые таблетки массой 2 г растворили в 200 мл раствора кислоты **X** плотностью  $1,09 \text{ г/см}^3$  и массовой долей 18%. Вычислите массовую доли соли в полученной растворе.
3. Металл **Y** массой 1,2 г растворили в кислоте **X**, при этом выделилось 1,12 л (н.у) водорода и образовалась соль, в которой степень окисления металла +2. Определите металл **Y**, который был растворен в кислоте **X**.
4. Укажите продукты взаимодействия **X** с оксидом рубидия, ляписом и пиролюзитом (диоксидом марганца).

**20 баллов**

### Задание 4.

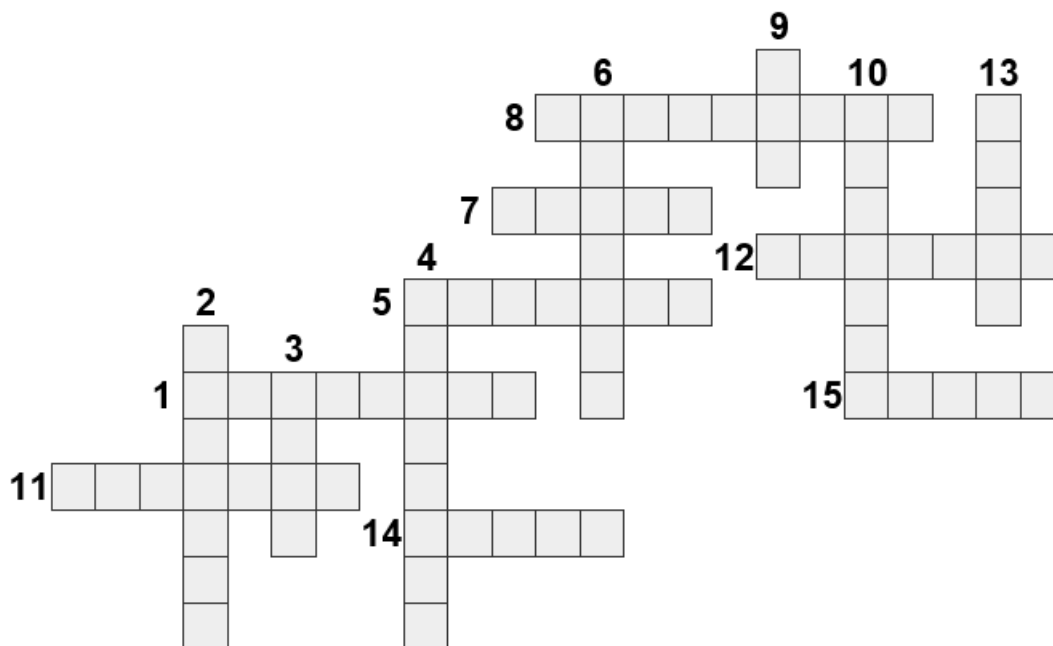
Химик Антон растворил медный купорос в воде. Через полученный раствор Антон пропустил сероводород (*реакция 1*), а после чего выпавший осадок **X** отфильтровал и подверг обжигу в атмосфере воздуха (*реакция 2*). Выделившееся при этом вещество **Y** нагрели и выдержали в токе аммиака (*реакция 3*). В ходе реакции 3 был получен металл **A**, который затем растворили в растворе хлорида железа (III) (*реакция 4*). Металл **A** также был получен путем нагрева твердого остатка, полученного в ходе реакции 2, в атмосфере водорода (*реакция 5*). Известно также, что металл **A** способен реагировать с концентрированной азотной кислотой, а одним из продуктов данной реакции является газ **B** – «лисий хвост» (*реакция 6*).

1. Железо массой 0,6 г поместили в раствор медного купороса (*реакция 7*). Рассчитайте массу образовавшегося осадка.
2. Определите вещества **X**, **Y**, **A** и **B**. Запишите уравнения *реакций 1-7*.
3. Установите, какие продукты образуются при взаимодействии металла **A** с концентрированной серной кислотой (*реакция 8*). Определите окислитель и восстановитель.

**31 балл**

### Задание 5.

Используя подсказки, разгадайте кроссворд. Ответы запишите в формате «номер – слово».



1. Этот элемент назван в честь в честь профессора Юрия Цолаковича Оганесяна за его вклад в исследование трансактиноидных элементов.
2. Приспособление для переливания жидкостей и пересыпания порошков. Имеет форму полого конуса, сужение которого продолжает трубка.
3. Один из самых распространённых элементов на Земле. Один из основных биогенных элементов, входящих в состав белков и нуклеиновых кислот.
4. Химически активный неметалл, является самым лёгким элементом из группы халькогенов.
5. Темно-серый, слегка блестящий полуметалл, являющийся вторым по распространённости химическим элементом в земной коре (после кислорода). Имеет очень важное значение для современной электроники.
6. Элемент открыт в 1898 году супругами Пьером Кюри и Марией Склодовской-Кюри в урановой смоляной руде и был назван в честь родины Марии Склодовской-Кюри - Польши.
7. Название этого элемента происходит от греческого слова σελήνη - Луна. Элемент так назван в связи с тем, что в природе он является спутником химически сходного с ним теллура.
8. Горелка для жидкого топлива, содержащая резервуар для спирта, снабжённая крышкой, через которую пропущен фитиль, нижний конец которого размещён в резервуаре, а верхний конец вне его.
9. Этот элемент входит во многие соединения и широко распространён, особенно в небольших концентрациях, в виде боросиликатов и боратов.
10. Название этого химического элемента произошло от немецкого слова «*Kobold*» - домовый, гном.

- 11.Бесцветный, не имеющий запаха и вкуса, нетоксичный двухатомный газ, который в смеси с воздухом или кислородом горюч и крайне пожаро- и взрывоопасен.
- 12.Этот элемент был предсказан Д. И. Менделеевым (как «эка-цезий»), и был открыт в 1939 году Маргаритой Перей. Она же дала элементу название в честь своей родины - Франции.
- 13.Инертный одноатомный газ без цвета, вкуса и запаха. По распространённости во Вселенной и по лёгкости занимает второе место после водорода.
- 14.Твёрдый переходный металл серебристо-белого цвета. Благородный металл платиновой группы. Электронная конфигурация атома химического элемента, образующего этот металл, может быть записана  $[\text{Kr}]4d^85s^1$ .
- 15.Тяжелый слаборадиоактивный металл серебристого-белого цвета. Химический элемент, образующий этот металл, назван в честь бога грома из скандинавской мифологии - Тора.

**15 баллов**

## Химия. 9 класс

### 1 вариант

Работа рассчитана на 235 минут.

**Все решения должны быть полными и обоснованными.**

#### Задание 1.

Название этого химический элемент связано с приносящими свет богинями: Артемидой, Эос, Гекатой, Юноной и Люциной. В 1669 году немецкий алхимик Хеннинг Бранд при нагревании смеси белого песка, угля и выпаренной мочи получил светящиеся в темноте простое вещество **A**, которое образовано «приносящим свет» элементом. Известно, что **A** легко окисляется кислородом (*реакция 1*), может взаимодействовать водой с образованием бесцветного ядовитого газа **B** и кислоты **C** (*реакция 2*), а при кипячении **A** с NaOH протекает реакция диспропорционирования с образованием газа **B** и соли **D** (*реакция 3*). Газ **B** при горении на воздухе образует кислоту **E** (*реакция 4*), при растворении которой в воде образуется кислота **F** (*реакция 5*). Также кислота **E** образуется, если оставить продукт *реакции 1* на влажном воздухе (*реакция 6*). Помимо этого, элемент **X** входит в состав кислоты **G** и проявляет в ней степень окисления +3. Кроме того, **G** обесцвечивает раствор перманганата калия в кислой среде с образованием кислоты **F** (*реакция 7*), а при нагревании до 250 °С **G** разлагается на газ **B** и кислоту **F** (*реакция 8*).

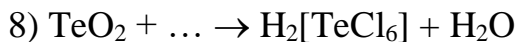
1. Определите вещества **A – G**. Назовите их по систематической номенклатуре. Напишите уравнения реакций всех описанных превращений.
2. Соль **D** входит в состав кристаллогидрата, содержащего 16.98 % воды. Определите состав кристаллогидрата и укажите название соли **D** по систематической номенклатуре.

**32 балла**

#### Задание 2

Химик Антон изучал научные статьи, в которых был описан синтез различных веществ. В свой блокнот он записал 10 различных уравнений реакций, но чернила от ручки испачкали все записи. Помогите Антону распознать уравнения реакций. Завершите эти уравнения, вставив пропущенные вещества и коэффициенты.

- 1)  $\dots \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{K}_3\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$
- 2)  $\dots + \dots \rightarrow \text{SbCl}_3$
- 3)  $\text{Se} + \dots \rightarrow \text{Na}_2\text{SeO}_3 + \text{Na}_2\text{Se} + \text{H}_2\text{O}$
- 4)  $\dots + \text{I}_2 \rightarrow \text{S} \downarrow + \text{HI}$
- 5)  $\text{MnO}_2 + \text{Cl}_2 + \dots \rightarrow \text{KMnO}_4 + \dots + \text{H}_2\text{O}$
- 6)  $\text{Cr}_2\text{S}_3 + \dots \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 + \dots$
- 7)  $\text{XeF}_4 + \dots \rightarrow \text{Xe} + \text{HF}$



**20 баллов**

### Задание 3.

Минерал **A** - широко распространенный в природе минерал и представляет собой оксид, массовая доля кислорода в котором составляет 30.0%. Многие культуры использовали порошок минерала **A** в качестве красителя. Так, например, наскальные изображения животных и различных символов в пещерах Кантабрии и Астурии были нарисованы краской, содержащую **A**. Кроме того, минерал **A** служит важным сырьем для черной металлургии. В ходе лабораторного испытания минерал **A** восстановили с использованием монооксида углерода с образованием вещества **B**, которое имеют структуру шпинели, то есть содержат ионы металлов в двух степенях окисления: +2 и +3, поэтому может рассматриваться как смешанный оксид (*реакция 1*). Известно также, что **A** при сплавлении может реагировать с кальцинированной содой с образованием феррита натрия и газа **C** (*реакция 2*).

1. Определите вещества **A**, **B** и **C**. Напишите уравнения реакций всех описанных превращений.
2. Напишите уравнение реакции гидролиза феррита натрия (*реакция 3*). Известно, что этот процесс положен в основу одного из способов производства каустическая соды, применяемой во многих отраслях промышленности.
3. Составьте уравнения реакций взаимодействия соединения **B** с разбавленной соляной кислотой (*реакция 4*) и концентрированной азотной кислотой (*реакция 5*).

**13 баллов**

### Задание 4

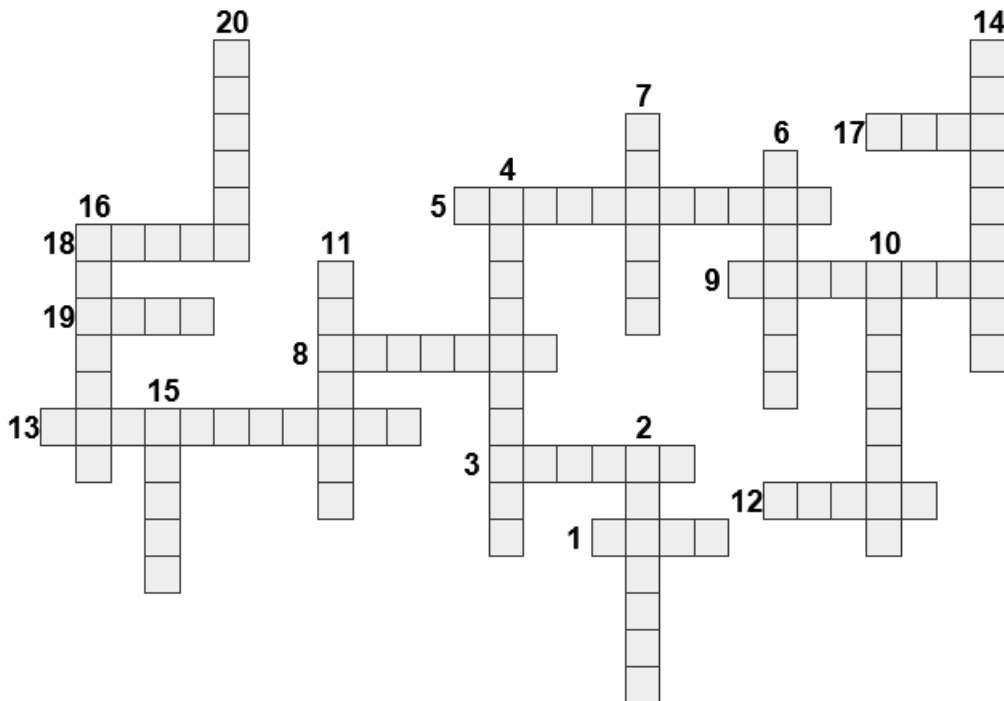
Черный осадок **A** был получен в лаборатории при пропускании  $\text{H}_2\text{S}$  через бесцветный раствор **B** (*реакция 1*). При прокаливании осадка **A** на воздухе образовывался красно-оранжевый порошок **C** (*реакция 2*), причем из 500,0 г **A** может быть получено 497,5 г **C**. Вещество **C** прореагировало с горячим раствором кислоты **D** с образованием фиолетовых паров, при этом раствор приобрел желтоватую окраску и после охлаждения раствора происходило выпадение золотистых чешуйчатых кристаллов **E** (*реакция 3*). В дальнейшем на золотистые кристаллы **E** подействовали азотной кислотой и получили снова вещество **B** (*реакция 4*).

1. Определите вещества **A-E**, а состав вещества **C** подтвердите расчетом.  
Как называется вещество **C** по тривиальной номенклатуре?
2. Запишите уравнения всех упомянутых реакций.
3. Укажите, в каких сферах может применяться вещество **A**?

**15 баллов**

### Задание 5.

Используя подсказки, разгадайте кроссворд. Ответы запишите в формате «номер – слово».



1. Является самым химически активным неметаллом и сильнейшим окислителем. Относится к группе галогенов и является самым легким элементом из этой группы.
2. Этот химический элемент назван в честь поселения (*Lutetia Parisiorum*), сложившегося в древности на месте современного Парижа
3. Атомы этого химического элемента имеют внешнюю электронную конфигурацию  $3d^8 4s^2$ .
4. ZnO - ... оксид
5. Химическое вещество, ускоряющее реакцию, но не расходующееся в процессе реакции.
6. Приспособление для переливания жидкостей и пересыпания порошков через узкие отверстия, фильтрования, а также дозирования различных веществ.
7. Название этого химического элемента с древнегреческого языка переводится как «радуга».
8. Аппарат, служащий в химической лабораторной и заводской практике для перегонки или для воспроизведения реакций, требующих нагревания и сопровождающихся выделением газообразных или жидких летучих продуктов. Этот аппарат использовался такими химиками как Абу Муса Джабир ибн Хайян, Антуаном Лавуазье и Джоном Берцелиусом

9. Античастица электрона, обозначается  $e^+$ .
10. Название этого химического элемента с древнегреческого языка может переведено как «искусственный». Простое вещество, образованное атомами этого элемента, представляет собой радиоактивный переходный металл серебристо-серого цвета.
11. Этот лабораторный сосуд используется в титриметрическом анализе и представляет собой тонкую градуированную стеклянную трубку, открытую на одном конце и снабжённую запорным краном (стеклянным или тефлоновым) или зажимом на другом
12. Бинарное соединение химического элемента с кислородом в степени окисления  $-2$ .
13. Прибор для испарения жидкости с последующей ее конденсацией, применяется для очистки жидкостей, для изменения концентрации раствора и для разделения многокомпонентных смесей.
14. Испарение жидкости с последующим охлаждением и конденсацией паров.
15. Легкий переходный металл серебристо-белого цвета. Обладает высокой коррозионной стойкостью. Этот металл физиологически инертным, благодаря чему применяется в медицине.
16. Этот химический элемент назван в честь России.
17. Ядовитый удушающий двухатомный газ желтовато-зелёного цвета, тяжелее воздуха, с резким запахом и сладковатым, «металлическим» вкусом.
18. Название элемента происходит от латинского «Rhenus» - наименование реки Рейн в Германии. Простое вещество, образованное этим элементов, очень тугоплавкий серебристо-белый металл (температура плавления -  $3180^{\circ}\text{C}$ ), по температуре плавления он уступает только вольфраму.
19. Внесистемная единица измерения давления, приблизительно равная одному миллиметру ртутного столба.
20. Этот элемент назван в честь героини древнегреческой мифологии Ниобы – дочери Тантала, что подчёркивает сходство данного элемента с танталом.

**20 баллов**



## Химия. 9 класс

### 2 вариант

Работа рассчитана на 235 минут.

**Все решения должны быть полными и обоснованными.**

#### Задание 1

Вещество **A** (при н.у) – газ, образованный химическим элементом, название которого происходит от др.-греч. *ἄζωτος* - безжизненный. В лабораторной практике **A** может быть получено по реакции разложения нитрита аммония (*реакция 1*) либо нагреванием смеси растворов нитрита натрия и хлорида аммония (*реакция 2*). Известно, что **A** реагирует с кислородом в электрическом разряде (*реакция 3*) и может взаимодействовать с водородом при повышенных значениях температуры (400 °С) и давлении (200 атм) в присутствии катализатора (Fe) с образованием продукта **B** (*реакция 4*), который может реагировать с бромом с образованием газа **A** (*реакция 5*). Для **B** также свойственно реагировать с кислотами, например, с соляной кислотой (*реакция 6*) и образовывать комплексное соединение **C** при взаимодействии с раствором нитрата серебра (*реакция 7*). На платиновом или платино-родиевом катализаторе **B** окисляется до оксида (*реакция 8*), а в атмосфере кислорода **B** сгорает с образованием водяных паров и газа **A** (*реакция 9*). Газ **A** также может быть получен восстановлением веселящего газа водородом (*реакция 10*), при поджигании смеси веселящего газа с **B** (*реакция 11*) и при нагревании **B** с перманганатом калия (*реакция 12*).

1. Определите вещества **A**, **B** и **C**. Напишите уравнения реакций всех описанных превращений.
2. Массовая доля кислорода в кристаллогидрате, в состав которого входит соль железа, равна 71,30%. Известно, что в состав железосодержащей соли входит и элемент, образующий газ **A**, при этом степень окисления элемента составляет +5.

**32 балла**

#### Задание 2

Химик Антон изучал научные статьи, в которых был описан синтез различных веществ. В свой блокнот он записал 10 различных уравнений реакций, но чернила от ручки испачкали все записи. Помогите Антону распознать уравнения реакций. Завершите эти уравнения, вставив пропущенные вещества и коэффициенты.

- 1)  $\text{FeS} + \dots \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{S} + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{O}_2 + \dots$
- 3)  $\text{Cu}_2\text{S} + \text{HNO}_3 \rightarrow \dots + \text{H}_2\text{SO}_4 + 10\text{NO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- 4)  $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KNO}_2 + \dots + \dots \rightarrow \dots + 2\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$

- 5)  $\text{Ag}_2\text{O} + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$
- 6)  $\text{Al} + \dots \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}_2 + \dots$
- 7)  $\text{Eu}_2\text{O}_3 + \text{C} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{EuCl}_3 + \dots$
- 8)  $\text{Ln} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots + \text{H}_2$
- 9)  $\text{IrS}_2 \rightarrow \text{Ir}_2\text{S}_3 + \dots$
- 10)  $\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \dots + \text{H}_2\text{O}$

**20 баллов**

### Задание 3

Минерал **A** представляет собой оксид, массовая доля кислорода в котором составляет 36.8%. Известно, что **A** применяют в производстве гальванических элементов и батарей, а также в стекольном производстве для обесцвечивания зеленых стекол. В ходе лабораторного испытания минерал **A** прореагировал с хлоридом натрия, подкисленным азотной кислотой, с образованием газа **B** (*реакция 1*). Известно также, что при температуре выше 300 °С тонко измельченный порошок **A** взаимодействует сернистым газом (*реакция 2*) с образованием соли **C**.

1. Определите вещества **A**, **B** и **C**. Напишите уравнения реакций всех описанных превращений.
2. Напишите уравнение реакции взаимодействия **A** с сухим сероводородом при комнатной температуре (*реакция 3*).
3. Составьте уравнения реакций взаимодействия соединения **B** с гидроксидом калия при 60 °С (*реакция 4*) и сероводородом (*реакция 5*).

**13 баллов**

### Задание 4

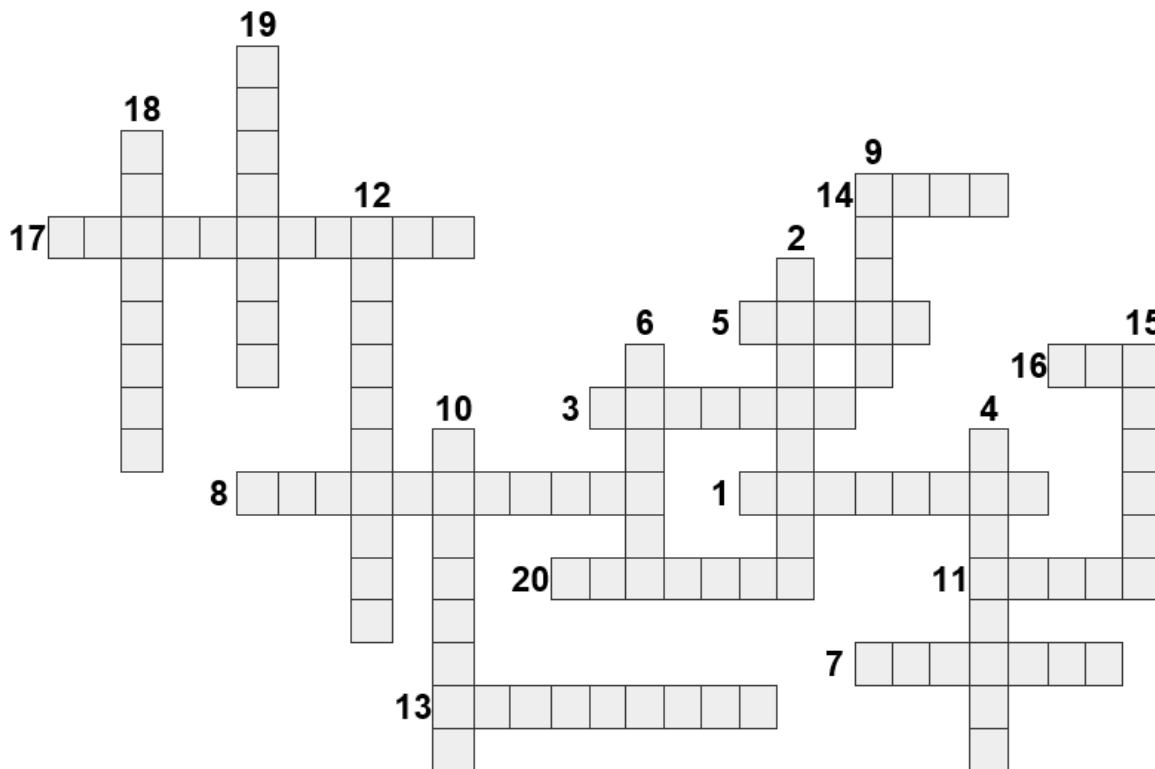
Золотисто-желтый осадок **A** был получен в лаборатории при пропускании  $\text{H}_2\text{S}$  через водный раствор  $\text{H}_2[\text{SnCl}_6]$  (*реакция 1*). При прокаливании осадка **A** в токе кислорода образовывался оксид **B** и газ **C** (*реакция 2*), причем из 500,0 г **A** может быть получено 412,9 г **B**. Полученное вещество **B** подвергли хлорированию в смеси с углем, что привело к образованию хлорида **D** и газа **E** (*реакция 3*), который может выделяться при восстановлении соединения **B** (*реакция 4*).

1. Определите вещества **A-E**, а состав вещества **B** подтвердите расчетом. Как называется вещество **C** по тривиальной номенклатуре?
2. Запишите уравнения всех упомянутых реакций.
3. Укажите, в каких сферах может применяться вещество **B**?

**15 баллов**

### Задание 5

Используя подсказки, разгадайте кроссворд. Ответы запишите в формате «номер – слово».



1. Первый радиоактивный трансурановый металл серебристо-белого цвета.
2. Химические элементы 17-й группы периодической таблицы химических элементов Д. И. Менделеева.
3. Тяжёлая элементарная частица, не имеющая электрического заряда.
4. Неметалл, является самым лёгким элементом из группы халькогенов.
5. Сульфат этого металла применяется в качестве рентгеноконтрастного вещества при медицинском обследовании желудочно-кишечного тракта
6. Электронная конфигурация этого атома может записана как  $[Ar]3d^6 4s^2$ .
7. Соединения водорода с металлами и с имеющими меньшую электроотрицательность, чем водород, неметаллами.
8. Процесс концентрирования растворов нелетучих твердых веществ при кипении и частичном удалении растворителя.
9. Ионы этого металла придают пламени фиолетовый цвет.
10. Процесс перемещения вещества из области с высокой концентрацией в область с низкой концентрацией, приводящий к самопроизвольному выравниванию концентраций по всему занимаемому объёму.
11. Из этого металла изготавливаются аноды химических источников тока и гальванических элементов с твердым электролитом.
12. Переход вещества из твёрдого состояния сразу в парообразное, минуя стадию плавления.

13. Соединение, позволяющее визуализировать изменение концентрации какого-либо вещества или компонента, например, в растворе при титровании, или быстро определить pH.
14. Пористый продукт серого цвета, получаемый путём коксования каменного угля при температурах 950- 1100 °С без доступа кислорода.
15. Название этого элемента заимствовано из среднеегипетского языка (*ntr*), где оно означало: «сода».
16. Атом или группа из нескольких атомов, которая имеет электрический заряд.
17. Численная характеристика способности атомов элемента соединяться с определённым числом атомов других элементов.
18. Продукт химической реакции:  $\text{MoO}_3 + 3\text{H}_2 \rightarrow \dots + 2\text{H}_2\text{O}$ .
19. Субатомная частица, которая обозначается символом  $e$  или  $\beta^-$ .
20. Разновидности атомов химического элемента, имеющие одинаковый атомный номер, но разные массовые числа.

**20 баллов**

## Химия. 9 класс

3 вариант

Работа рассчитана на 235 минут.

**Все решения должны быть полными и обоснованными.**

### Задание 1

Вещество **A** (при н.у) – газ, образованный химическим элементом, название которого происходит от др.-греч. χλωρός - «желто-зеленый». В лабораторной практике газ **A** может быть получен взаимодействием  $\text{KMnO}_4$  с концентрированным раствором кислоты **B** (реакция 1). Газ **A** также способен реагировать с гашеной известью, что приводит к образовыванию продукта **C**, который широко используется для отбеливания и дезинфекции (реакция 2), а при пропускании **A** через раствор  $\text{NaOH}$  происходит реакция диспропорционирования с образованием раствора, содержащего соли **D** и **E**. (реакция 3). **A** способен также вступать в реакцию с влажным  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  с образованием оксида **F** (реакция 4), который является сильным окислителем и при контакте с восстановителями, например аммиаком, может произойти реакция со взрывом (реакция 5).

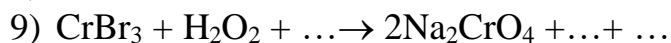
1. Определите вещества **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**. Напишите уравнения реакций всех описанных превращений. Назовите вещества **D**, **E**, **F** по систематической номенклатуре.
2. Какой объем газа **A** можно получить при действии на 1,5 г **C** избытком кислоты **B** (реакция 6)? Установите продукты, которые образуются при термическом разложении **C** (реакция 7).

**32 балла**

### Задание 2

Химик Антон изучал научные статьи, в которых был описан синтез различных веществ. В свой блокнот он записал 10 различных уравнений реакций, но чернила от ручки испачкали все записи. Помогите Антону распознать уравнения реакций. Завершите эти уравнения, вставив пропущенные вещества и коэффициенты.

- 1)  $\text{SO}_2 + \dots + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KOH} + \text{S} + \text{I}_2$
- 2)  $\text{NaCrO}_2 + \text{Br}_2 + \dots \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \dots + \dots$
- 3)  $\dots + \text{KMnO}_4 \rightarrow \dots + \text{MnO}_2 + \text{KOH} + \dots$
- 4)  $\text{AsH}_3 + \dots + \dots \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \dots$
- 5)  $\text{CuCl}_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuCl} + \dots + \dots$
- 6)  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{KI} \rightarrow \text{FeSO}_4 + \dots + \text{K}_2\text{SO}_4$
- 7)  $\text{MnO}_2 + \dots + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{Br}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$



**20 баллов**

### Задание 3

Минерал **A** представляет собой сульфид, массовая доля серы в котором составляет 13,4%. Известно, что **A** применяют в керамической промышленности, а также используют для получения защитных плёнок, полупроводниковых, новых современных наноматериалов. В ходе лабораторного испытания минерал **A** прореагировал с концентрированной азотной кислотой с образованием газа **B** и соли **C** (*реакция 1*). Прокаливание **A** в токе кислорода привело к образованию оксида **D** и газа **E** (*реакция 2*). **E** обесцвечивает раствор бромной воды ( $Br_2 + H_2O$ ) с образованием двух сильных кислот (*реакция 3*)

1. Определите вещества **A**, **B**, **C**, **D**, **E**. Напишите уравнения реакций всех описанных превращений.
2. Составьте уравнения реакций окисления **D** кислородом при  $460^\circ C$  (*реакция 4*) и восстановления **D** с помощью угарного газа при  $360^\circ C$  (*реакция 5*).

**13 баллов**

### Задание 4

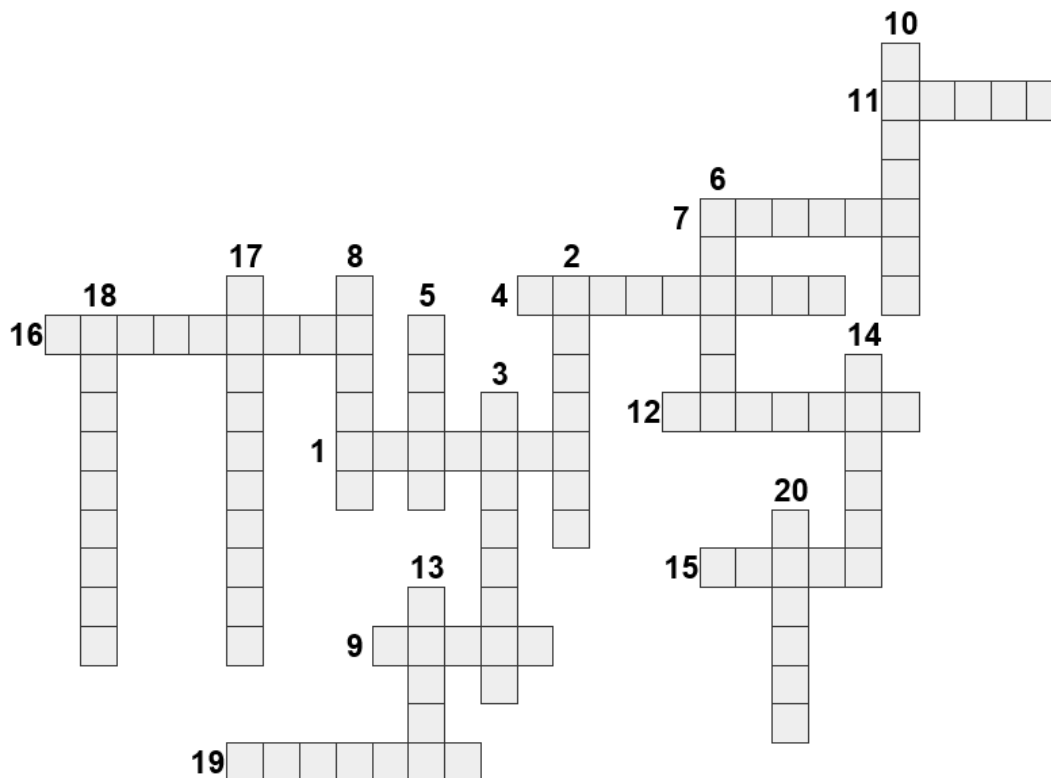
Вещество **A** темно-серого цвета было получено в лаборатории при нагревании металлической меди с серой в вакууме (*реакция 1*). При взаимодействии **A** с кислородом при  $1250^\circ C$  образовался оксид **B** и газ **C** (*реакция 2*), причем из 120,0 г **A** может быть получено 107,3 г **B**. Вещество **B** в разбавленной серной кислоте дисмутирует на соль **D** и металл **E** (*реакция 3*), который может образовываться в ходе реакции **D** с железом (*реакция 4*).

1. Определите вещества **A-E**, а состав вещества **B** подтвердите расчетом. Как называется вещество **C** по тривиальной номенклатуре?
1. Запишите уравнения всех упомянутых реакций.
2. Укажите, в каких сферах может применяться вещество **B**?

**15 баллов**

### Задание 5

Используя подсказки, разгадайте кроссворд. Ответы запишите в формате «номер – слово».



1. Этот элемент входит в состав наноалмазов и фуллерена.
2. Этот элемент был предсказан Д. И. Менделеевым (как экабор) и открыт в 1879 году шведским химиком Ларсом Нильсоном. Нильсон назвал элемент в честь Скандинавии.
3. Химический элемент 3-й группы, название которого произошло от имени мифического героя - титана Прометея, защитника людей, похитившего у Зевса огонь и передавшего его людям.
4. Образование твердого осадка в растворе в процессе химической реакции.
5. Сплав железа с углеродом, содержащий не менее 45 % железа и в котором содержание углерода находится в диапазоне от 0,02 до 2,14%.
6. Материал, который получали еще в древности. Включение оксида бора в этот материал придаёт ему свойства тугоплавкости, стойкости к резким температурным скачкам и агрессивным средам.
7. Ковкий, сравнительно легкоплавкий тяжелый металл серебристо-белого цвета с синеватым отливом. Название элемента, который образует этот металл, связано с профессией - водопроводчик.
8. Название этого химического элемента произошло от латинского слова *tellus* - Земля.
9. Блестящий щелочноземельный металл серебристо-белого цвета, быстро тускнеющий на воздухе. Получить этот металл в начале XX века стоило огромного труда. Мария Кюри трудилась 12 лет, чтобы получить крупинку

- этого металла. Чтобы получить всего 1 г этого металла, нужно было несколько вагонов урановой руды, 100 вагонов угля, 100 цистерн воды и 5 вагонов разных химических веществ.
10. Поглощение твердым телом либо жидкостью различных веществ из окружающей среды.
  11. Атомы этого химического элемента имеют электронную конфигурацию [Kr]  $4d^{10}5s^25p^2$ .
  12. Радиоактивный химический элемент 16-й группы в периодической системе Д. И. Менделеева. Относится к группе халькогенов. На практике в граммовых количествах нуклид с массовым числом 210 синтезируют искусственно, облучая металлический  $^{209}\text{Bi}$  тепловыми нейтронами в ядерных реакторах.
  13. Радиоактивный одноатомный тяжелый газ без цвета и запаха, является наиболее активным из благородных газов. Возникает при распаде радия, причем около  $1 \text{ мм}^3$  образуется за сутки из 1 г радия-226 радона-222 из 1 г радия-226 за сутки.
  14. Атомы этого химического элемента имеют внешнюю электронную конфигурацию  $3d^84s^2$ .
  15. Один из семи металлов, известных с древнейших времён. Нередко её находили в самородном виде (жидкие капли на горных породах), но чаще получали обжигом её основного минерала - киновари.
  16. Сложные вещества, при диссоциации которых в водных растворах отщепляется только один вид анионов –  $\text{OH}^-$ .
  17. Динамическое состояние системы, в которой скорость прямой реакции равно скорости обратной реакции, а количественное соотношение и компонентов системы во времени не изменяется.
  18. Смесь жидкости с твердыми частицами, находящиеся во взвешенном состоянии.
  19. Блестящий благородный металл серебристо-белого цвета. По химическим свойствам этот металл похож на палладий, но проявляет большую химическую устойчивость. При комнатной температуре реагирует с царской водкой с образованием бесцветного оксида азота (II) и оранжево-жёлтого комплексного соединения. В честь этого металла названо семейство благородных металлов в VIII(Б) группе.
  20. Атомы этого химического элемента имеют электронную конфигурацию  $1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^24p^64d^{10}5s^25p^3$ .



## Химия. 9 класс

### 4 вариант

Работа рассчитана на 235 минут.

**Все решения должны быть полными и обоснованными.**

#### Задание 1

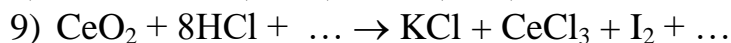
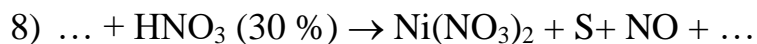
Вещество **A** - светло-жёлтый порошкообразный неметалл, который можно найти в местах вулканической активности. Известно, что на воздухе **A** горит, образуя газ **B** (реакция 1), который обесцвечивает иодную воду ( $I_2 + H_2O$ ) (реакция 2) и раствор перманганата калия (реакция 3). **B** может вступать в реакцию с сероводородом в присутствии  $NaOH$ , при этом образуется соединение **C** (реакция 4), которое проявляет восстановительные свойства. Так, например, это можно заметить при реакции **C** с хлором (реакция 5) и иодом (реакция 6). Известно, что **C** при нагревании до  $220\text{ }^\circ\text{C}$  распадается, причем одним из продуктов данной реакции является вещество **A** (реакция 7). Окисление **B** кислородом при  $400\text{-}620\text{ }^\circ\text{C}$  в присутствии катализатора  $V_2O_5$  приводит к образованию вещества **E** (реакция 8), которое было поглощено концентрированной серной кислотой с образованием вязкой маслянистой бесцветной жидкости **F** (реакция 9), которую разбавили водой, соблюдая правила смешения, и получили кислоту **D** (реакция 10). Реакции 8-10 лежат в основе промышленного получения кислоты **D** контактным способом.

1. Определите вещества **A**, **B**, **C**, **D**, **E**. Напишите уравнения реакций всех описанных
2. Вещество **C** входит в состав кристаллогидрата, содержащего 36,29% воды и 25,84 % серы. Установите состав кристаллогидрата, в состав которого входит **C**, и укажите его название по систематической номенклатуре.

#### Задание 2

Химик Антон изучал научные статьи, в которых был описан синтез различных веществ. В свой блокнот он записал 10 различных уравнений реакций, но чернила от ручки испачкали все записи. Помогите Антону распознать уравнения реакций. Завершите эти уравнения, вставив пропущенные вещества и коэффициенты.

- 1)  $Al_2S_3 + HNO_3$  (конц)  $\rightarrow S + \dots + \dots + H_2O$
- 2)  $H_2S + HClO_3 \rightarrow S + HCl + \dots$
- 3)  $P + HClO_3 + \dots \rightarrow HCl + \dots$
- 4)  $Cr_2O_3 + \dots + KOH \rightarrow KNO_2 + K_2CrO_4 + \dots$
- 5)  $K_2S + \dots + \dots \rightarrow \dots + Cr_2(SO_4)_3 + S + \dots$
- 6)  $Ag + H_2SO_4 + \dots \rightarrow NO_2 + K_2SO_4 + \dots + \dots$
- 7)  $NO + \dots + H_2SO_4 \rightarrow \dots + KNO_3 + Mn(NO_3)_2 + \dots$



### Задание 3

Металл **X** образует два минерала: тенорит (соединение **A**) и куприт (соединение **B**). **A** и **B** являются бинарными соединениями, и образованы одними и теми же элементами. Известно, что соединение **B** медленно окисляется кислородом до голубого гидроксида **C** (*реакция 1*), а при нагревании с серой (свыше 600 °С) образуется соединение **D** и газ **E** (*реакция 2*), который обесцвечивает раствор бромной воды (Br<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O) (*реакция 3*) с образованием двух сильных кислот. Помимо этого, степень окисления металла в соединениях **B** и **C** остается равной +1, а соединение **A** также может быть получено при нагревании **C** в присутствии кислорода воздуха (*реакция 4*).

1. Определите металл **X** и соединения **A**, **B**, **C**, **D**, **E**. Приведите уравнения всех описанных химических реакций.
2. Составьте уравнения реакций взаимодействия **A** с аммиаком, (*реакция 5*) и с гидроксидом калия при сплавлении (*реакция 6*)

**13 баллов**

### Задание 4

Вещество **A** темно-желтого цвета было получено в лаборатории при взаимодействии NaAsO<sub>2</sub> с сероводородом в солянокислой среде (*реакция 1*). При прокаливании **A** в воздушной атмосфере при 500°С образовался оксид **B** и газ **C** (*реакция 2*), причем из 100,0 г **A** может быть получено 107,3 г **B**. Известно, что при взаимодействии вещества **B** с концентрированной соляной кислотой образуется соль **D** (*реакция 3*), которая гидролизуется в воде с образованием слабой кислоты **E** и сильной кислоты **F** (*реакция 4*).

1. Определите вещества **A-F**, а состав вещества **B** подтвердите расчетом.

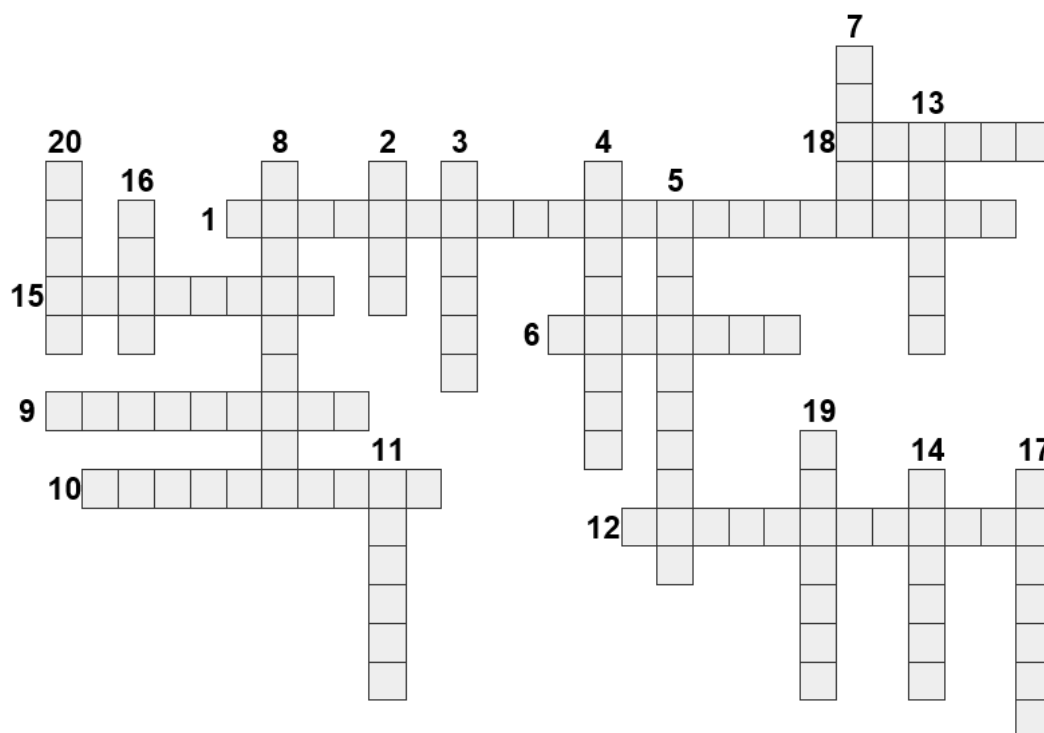
Как называется вещество **C** по тривиальной номенклатуре?

1. Запишите уравнения всех упомянутых реакций.
2. Укажите, в каких сферах может применяться вещество **A**?

**15 баллов**

### Задание 5

Используя подсказки, разгадайте кроссворд. Ответы запишите в формате «номер – слово».

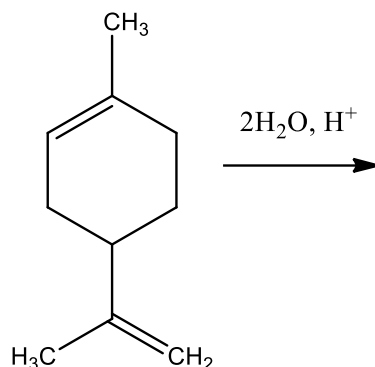


1. Способность атома в молекуле смещать к себе общие электронные пары.
2. Химический элемент 17-й группы. Является самым химически активным неметаллом и сильнейшим окислителем.
3. Атомы этого химического элемента имеют электронную конфигурацию  $[\text{Xe}] 4f^{14} 5d^{10} 6s^1$ .
4. Химическая реакция взаимодействия вещества с водой, в результате которой происходит разложение этого вещества и воды с образованием новых соединений.
5. Существование двух и более простых веществ одного и того же химического элемента.
6. Бесцветный, не имеющий запаха и вкуса, нетоксичный двухатомный газ. Растворим в этаноле и ряде металлов: железе, никеле, палладии, титане, платине, ниобии.
7. Группа железуглеродистых сплавов с содержанием углерода более 2%.
8. Зеленый пигмент, окрашивающий хлоропласты растений в зелёный цвет.
9. Семейство, состоящее из 15 радиоактивных химических элементов III группы 7-го периода периодической системы. Состоит из тория, протактиния, урана, нептуния, плутония, америция, кюрия, берклия, калифорния, эйнштейния, фермия, менделевия, нобелия и лоуренсия.
10. Сложный железосодержащий белок, способный обратимо связываться с кислородом, обеспечивая его перенос в ткани.
11. Атомы этого химического элемента имеют электронную конфигурацию  $[\text{Kr}]4d^1 5s^2$ .

12. Процесс разделения неоднородных систем при помощи пористых перегородок, пропускающих дисперсионную среду и задерживающих дисперсную твёрдую фазу.
13. В 1669 году Хеннинг Бранд при нагревании смеси белого песка, угля и выпаренной мочи получил светящееся в темноте вещество, названное сначала «холодным огнём».
14. Название этого химического элемента происходит от греческого названия руды, из которой в Германии добывали цинк, - *καδμεία*. В свою очередь, руда получила своё название в честь Кадма, героя древнегреческой мифологии.
15. Итальянский ученый-химик, первооткрыватель фундаментального физико-химического закона, названного его именем.
16. Ядовитый удушающий двухатомный газ желтовато-зелёного цвета, тяжелее воздуха, с резким запахом и сладковатым, «металлическим» вкусом.
17. Тяжелая элементарная частица, не имеющая электрического заряда.
18. Тяжелый тугоплавкий переходный металл серебристо-белого цвета. Название элемента, образующего этот металл, произошло от латинского названия города Копенгагена (*Hafnia*).
19. Искусственно полученный радиоактивный трансурановый химический элемент, является химическим аналогом тербия. Американские ученые назвали элемент в честь города Беркли.
20. Этот химический элемент предсказан (как «эка-иод») Дмитрием Менделеевым в 1871 году. Название элемента химического элемента произошло от др.-греч. *ἄστατος* - неустойчивый.



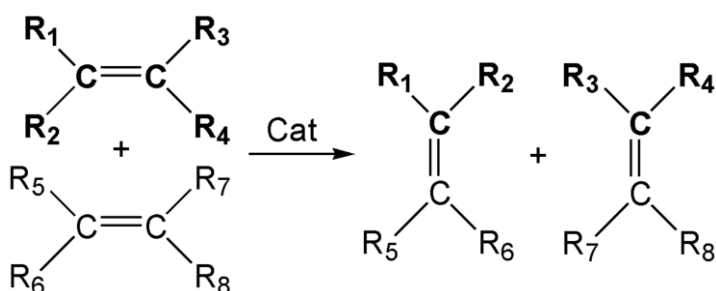
(структурная формула приведена ниже) с 2 моль  $\text{H}_2\text{O}$  образуется *терпин*. Установите структурную формулу *терпина*.



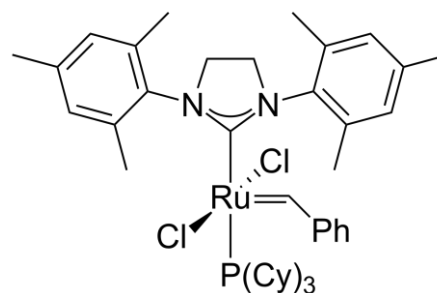
(18 баллов)

### Задача 2.

Введение в органический синтез катализаторов на основе комплексов переходных металлов позволило проводить реакции, кажущиеся ранее невозможными, а порой – даже абсурдными. Одним из таких превращений является т.н. «метатезис» – реакция перераспределения заместителей при двойных связях алкенов (или других ненасыщенных соединений). Для проведения метатезиса чаще всего применяют комплексные соединения рутения – т.н. катализаторы Граббса, обозначаемые латинской буквой G с указанием через дефис поколения катализатора: к примеру, G-II обозначает катализатор Граббса второго поколения. Кроме того, применение нашли также комплексы ванадия, тантала, молибдена и других переходных металлов со сложными органическими лигандами.



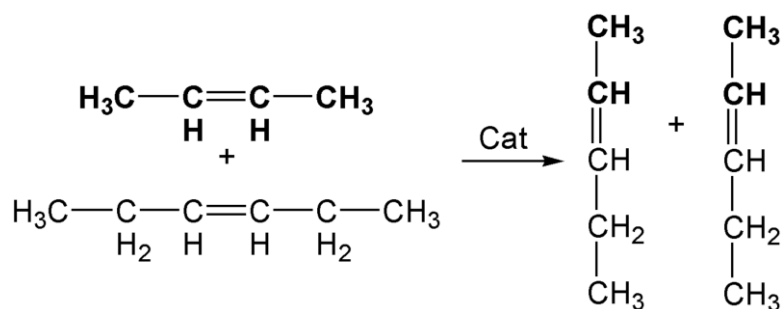
Общая схема метатезиса



Катализатор Граббса второго поколения (G-II)

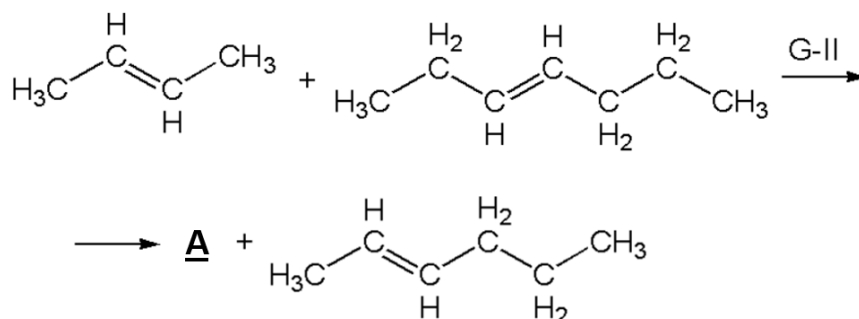
\*Ph – фенил ( $\text{C}_6\text{H}_5$ ), Cy – циклогексил (цикло- $\text{C}_6\text{H}_{11}$ ).

К примеру, при использовании в качестве субстратов для метатезиса бутена-2 и гексена-3 образуется два моль пентена-2 (фрагменты исходного бутена-2 выделены жирным):

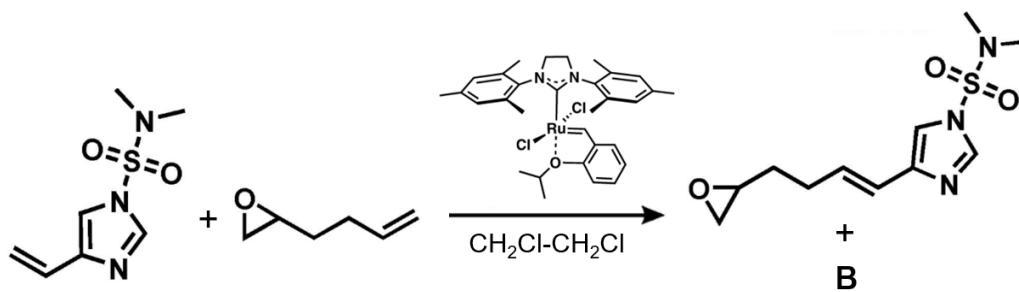


Ниже приведены 10 реакций метатезиса, в которых пропущены исходные вещества или продукты:

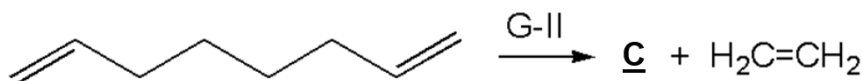
1.



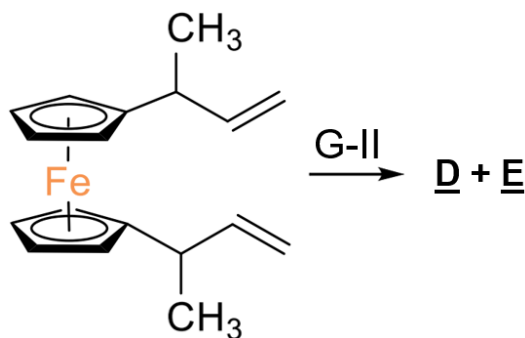
2.



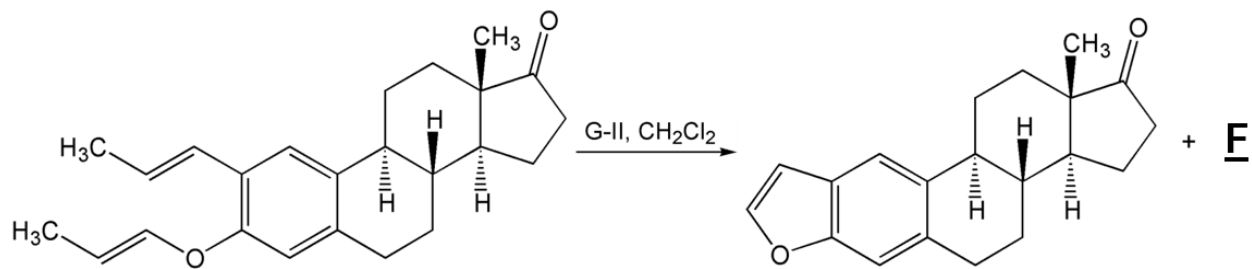
3.



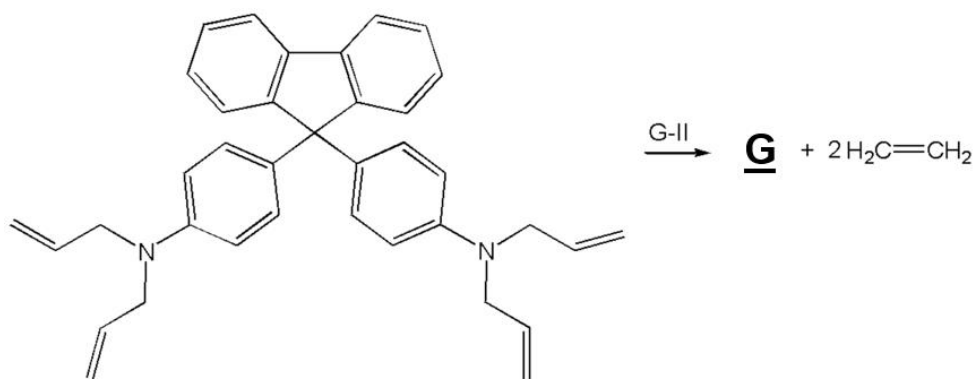
4.



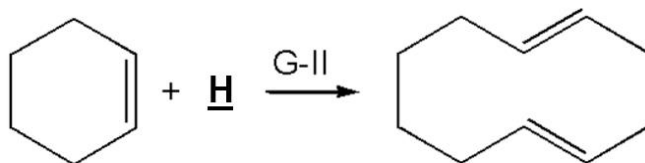
5.



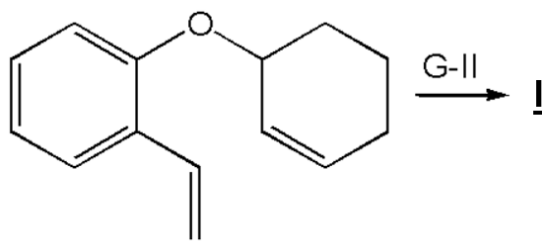
6.



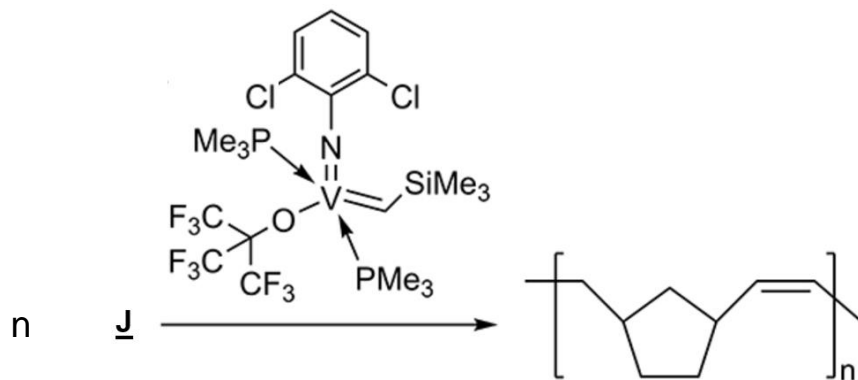
7.



8.

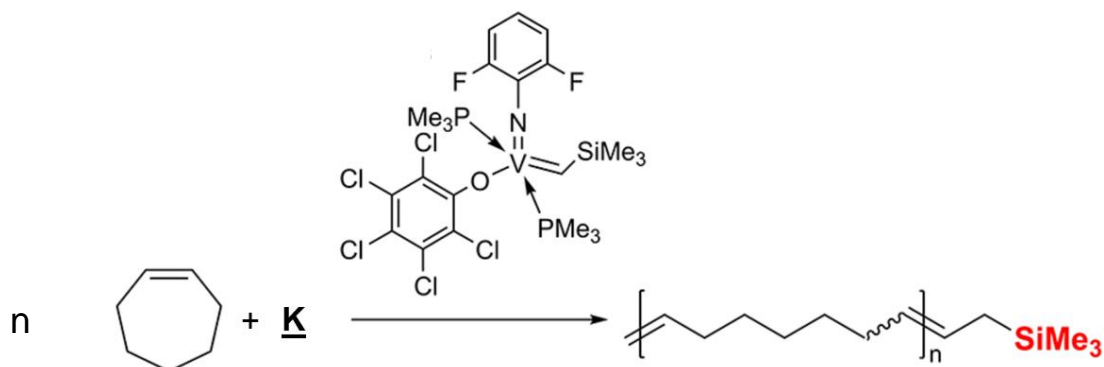


9.





10.



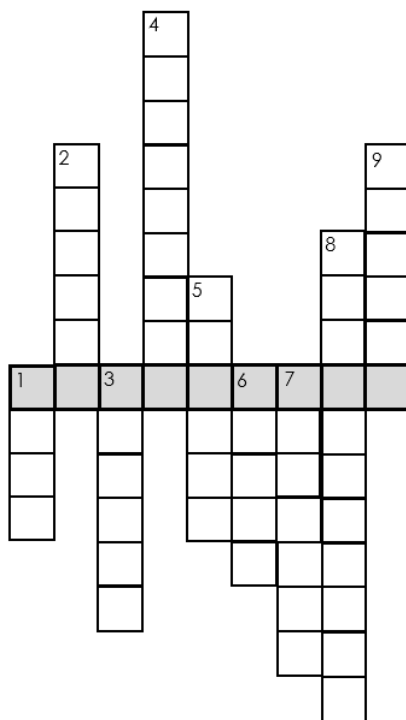
1. Установите структурные формулы веществ **A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K** (одна и та же молекула может несколько раз повторяться в ответах, и ей при этом могут соответствовать разные буквенные обозначения). Обратите внимание: ароматическое кольцо в указанных реакциях не подвергается метатезису!

(32 балла)

### Задача 3.

В кроссворде ниже в клетках, выделенных серым цветом, зашифровано органическое соединение. Ответьте на вопросы и заполните кроссворд, а также напишите, какой цвет имеет зашифрованное соединение. Учтите, что все зашифрованные слова необходимо вписывать в кроссворд по вертикали сверху вниз.

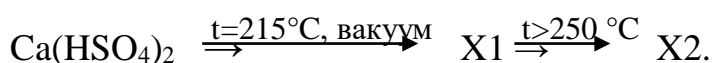
1. Газообразный продукт взаимодействия  $\text{KMnO}_4$  и  $\text{HCl}$ .
2.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ .
3. Продукт присоединения  $\text{O}_3$  к алкенам.
4. Соединение, меняющее свою окраску при изменении pH раствора.
5. Самый лёгкий изотоп водорода.
6. Радикал  $\text{C}_6\text{H}_5\cdot$ .
7. 2-метилбутадиен-1,3.
8. Единственный циклоалкан, атомы углерода в котором лежат в одной плоскости.
9. Продукт циклотримеризации ацетилена.



(10 баллов)

**Задача 4.** В одной из аптек для приготовления фармацевтического препарата лаборант растворил 16,9 г гидросульфата натрия и 10,1 г гидросульфата калия в 500 мл воды. Затем к полученному раствору он добавил еще 500 мл воды.

1. Рассчитайте молярную и нормальную концентрации анионов в полученном растворе (влиянием солей на объем пренебрегите).
2. Определите также кислотность среды раствора и рассчитайте его pH. Константу диссоциации серной кислоты по II ступени примите за 0,01.
3. Приведите графическую формулу гидросульфата кальция.
4. Определите неизвестные вещества в цепочке превращений и назовите их по систематической номенклатуре:



Запишите уравнения зашифрованных реакций.

(20 баллов)

**Задача 5.** Молярные массы оксидов А и В (газы при н.у.), образованных элементом Х отличаются в 1,25 раза. В процессе получения В путем взаимодействия А при

постоянной температуре 550 °С с кислородом в замкнутом сосуде давление в реакционной смеси упало на 20,0 %.

1. Установите элемент X и составы A и B. Приведите расчеты.
2. Определите состав образовавшейся газовой смеси (в об. %), если в исходной смеси, состоявшей только из двух газов, содержалось 33,3 % (мас.) кислорода. Вычислите выход продукта.
3. Указанная реакция протекает с выделением теплоты. С какой целью процесс проводят при высокой температуре? Как изменится выход продукта, если температуру увеличить еще на 200 °С?
4. A способен проявлять окислительно-восстановительную двойственность. Приведите по два примера реакций, подтверждающих это утверждение (помимо процесса, указанного в условии задачи).

**(20 баллов)**

Химия. 10 класс

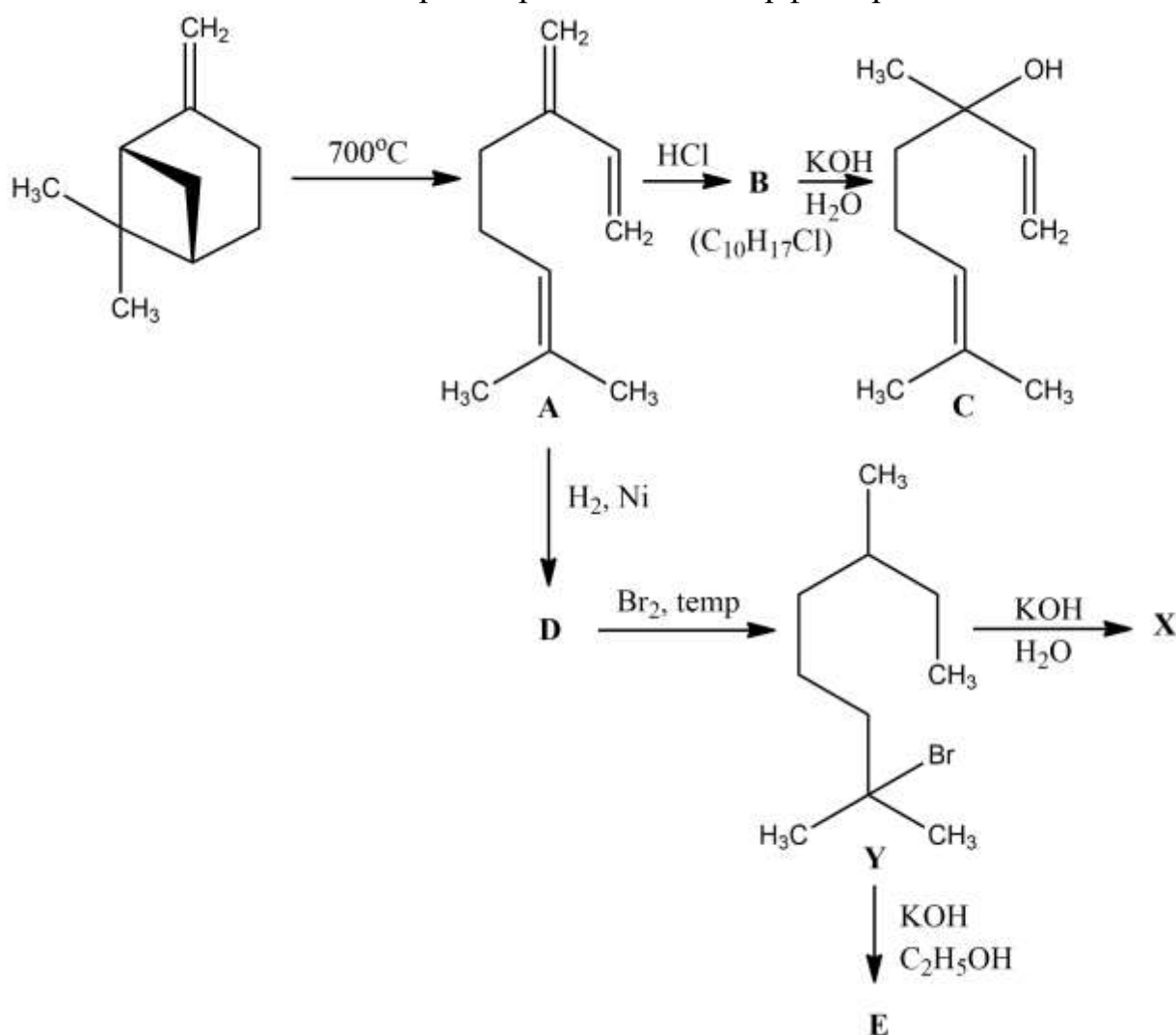
2 вариант

Работа рассчитана на 235 минут.

Все решения должны быть полными и обоснованными.

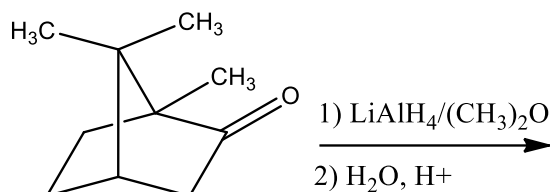
Задача 1.

Линалоол (С) – терпеноид, представляющий собой бесцветную жидкость с запахом ландыша. Линалоол широко применяется в парфюмерии.



1. Установите структурные формулы веществ **B**, **D**, **E**, **X**.
2. Приведите структурные формулы четырех любых изомеров вещества **D**.
3. Установите продукты окисления вещества (смесью  $\text{KMnO}_4/\text{KOH}$ ), полученного при обработке **X** концентрированной серной кислотой. Напишите обе реакции. Окислительно-восстановительную реакцию уравняйте методом электронного баланса.

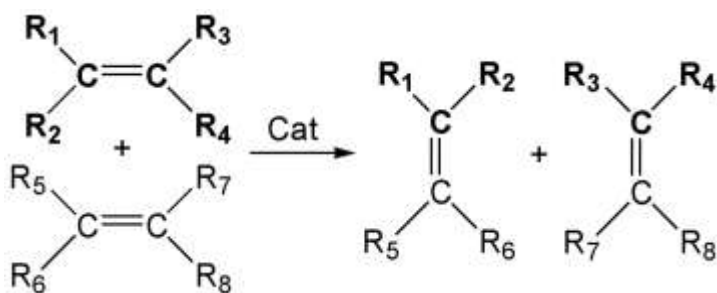
4. Реакции терпеноидов, кислородсодержащих производных изопрена, крайне разнообразны. Установите структурную формулу *борнеола*, который получается при восстановлении *камфоры* (структурная формула представлена ниже) алюмогидридом лития в эфире с последующим гидролизом в кислой среде.



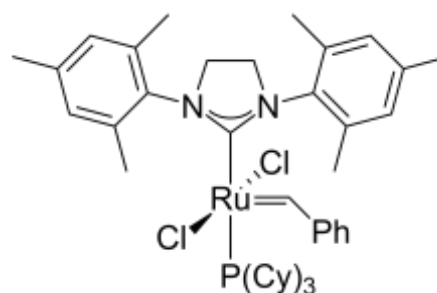
(18 баллов)

### Задача 2.

Введение в органический синтез катализаторов на основе комплексов переходных металлов позволило проводить реакции, кажущиеся ранее невозможными, а порой – даже абсурдными. Одним из таких превращений является т.н. «метатезис» – реакция перераспределения заместителей при двойных связях алкенов (или других ненасыщенных соединений). Для проведения метатезиса чаще всего применяют комплексные соединения рутения – т.н. катализаторы Граббса, обозначаемые латинской буквой G с указанием через дефис поколения катализатора: к примеру, G-II обозначает катализатор Граббса второго поколения. Кроме того, применение нашли также комплексы ванадия, тантала, молибдена и других переходных металлов со сложными органическими лигандами.



Общая схема метатезиса



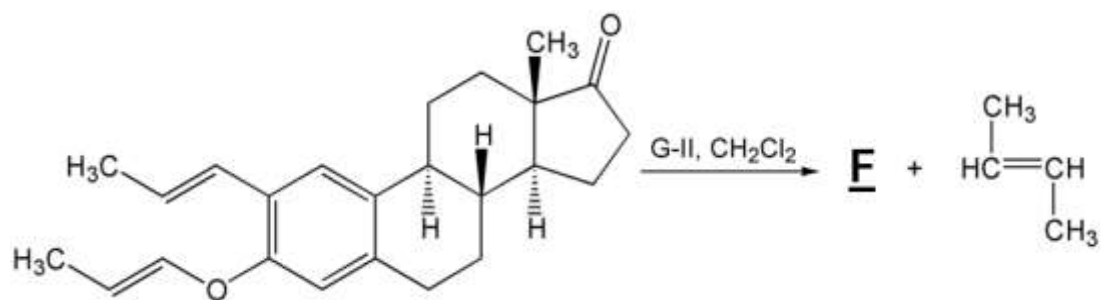
Катализатор Граббса второго поколения (G-II)

\*Ph – фенил (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>), Cy – циклогексил (цикло-C<sub>6</sub>H<sub>11</sub>).

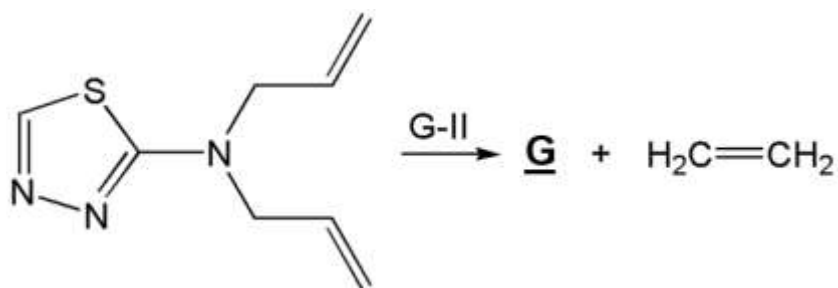
К примеру, при использовании в качестве субстратов для метатезиса бутена-2 и гексена-3 образуется два моля пентена-2 (фрагменты исходного бутена-2 выделены жирным):



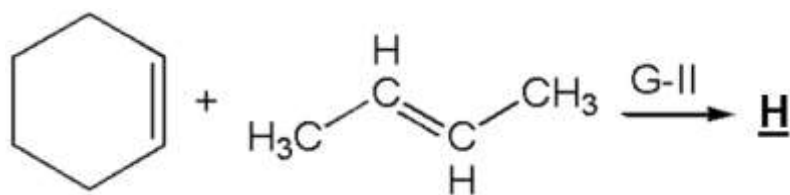
5.



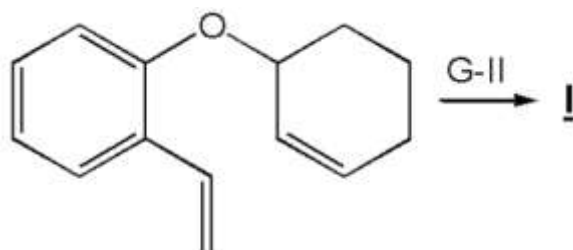
6.



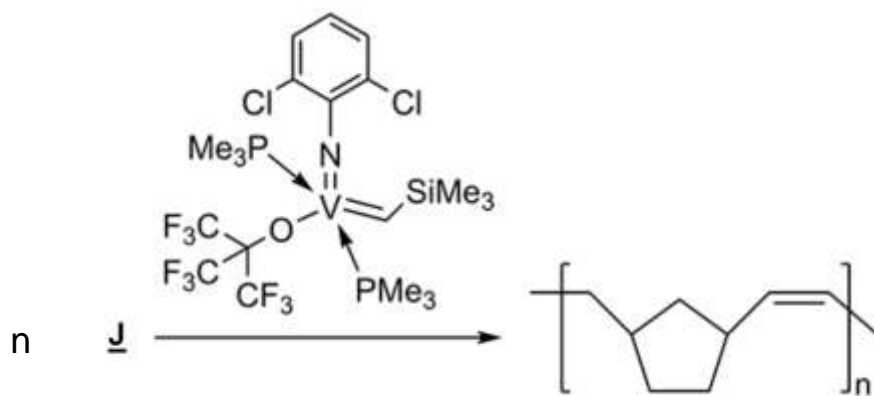
7.



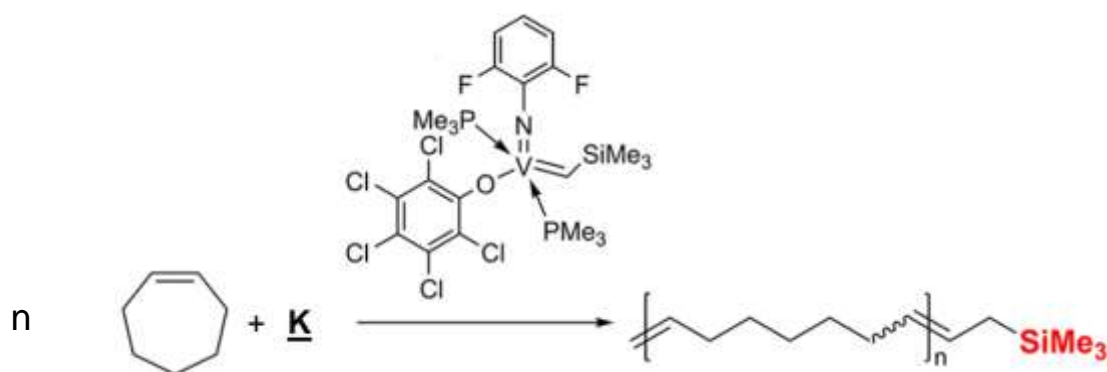
8.



9.



10.



1. Установите структурные формулы веществ **A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K** (одна и та же молекула может несколько раз повторяться в ответах, и ей при этом могут соответствовать разные буквенные обозначения). Обратите внимание: ароматическое кольцо в указанных реакциях не подвергается метатезису!

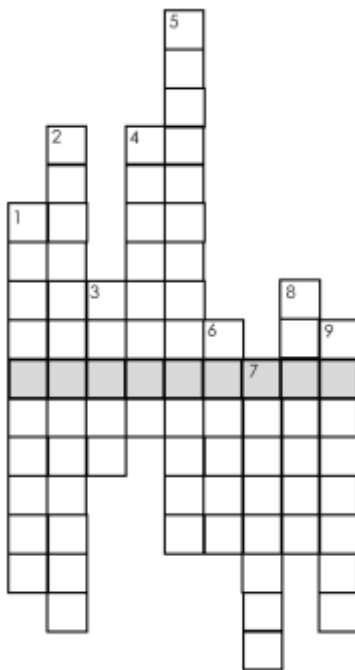
(32 балла)

### Задача 3.

В кроссворде ниже в клетках, выделенных серым цветом, зашифрован химический термин. Ответьте на вопросы и заполните кроссворд, а также напишите формулу любого органического соединения, которое можно назвать этим термином. Учтите, что все зашифрованные слова необходимо вписывать в кроссворд по вертикали сверху вниз.

1. Циклоалкан, содержащий в своём составе четыре атома углерода.
2.  $\text{NH}_2\text{OH}$ .
3. Гидроксибензол.
4.  $n\text{-C}_3\text{H}_7\text{-OH}$ .
5. Реакция бромэтана со спиртовым раствором щёлочи – это ...
6. Кислотно-основный индикатор, имеющий красную окраску в кислой среде и синюю – в щелочной.
7. Простейший представитель полициклических ароматических углеводородов с брутто-формулой  $\text{C}_{10}\text{H}_{14}$ .
8. Фамилия химика-органика, в 1912 году получившего Нобелевскую премию за введение в органический синтез магнийорганических соединений с общей формулой  $\text{R-MgX}$ , где  $\text{X}$  – галоген.
9. Изотоп водорода, содержащий в ядре один протон и один нейтрон.





**(10 баллов)**

**Задача 4.** В одной из аптек для приготовления фармацевтического препарата лаборант растворил 10,8 г гидросульфида калия и 24,2 г сульфата натрия в 100 мл воды. Затем к полученному раствору он добавил еще 900 мл воды.

1. Определите молярную и нормальную концентрации анионов в полученном растворе (влиянием массы солей на объем пренебрегите).
2. Определите также кислотность среды раствора и рассчитайте его рН. Константы диссоциации сероводородной кислоты равны  $K_I = 1,0 \cdot 10^{-7}$ ,  $K_{II} = 2,5 \cdot 10^{-13}$ .
3. Лаборант не был точно уверен, что взял необходимые реактивы, поскольку этикетки на банках были частично затерты: «Гидросульф.. калия», «Сульф... натрия». Как ему убедиться, что он приготовил нужный раствор? Предложите схему проверки раствора, включающую минимальное количество необходимых реактивов. Запишите все необходимые уравнения реакций.

**20 баллов**

**Задача 5.** Молярные массы оксидов А и Б (газы при н.у.), образованных элементом Х, отличаются в 1,533 раза. Элемент Y также может образовать два бинарных соединения с кислородом – В (меньшая молярная масса) и Г

(жидкости при н.у.), причем кислород в них имеет различные степени окисления, а его массовая доля в обоих соединениях больше 0,85.

1. Установите элементы X, Y и составы А-Г. Приведите расчеты.

2. Простые вещества Д и Е, образованные элементами X и Y, реагируют в присутствии катализатора в замкнутом сосуде при постоянной температуре 450 °С, при этом давление в реакционной смеси по окончании реакции упало на 20,0 %. Определите состав образовавшейся газовой смеси (в об. %), если в исходной смеси содержалось 17,65 % (мас.) Е. Вычислите выход продукта.

3. Указанная реакция протекает с выделением теплоты. С какой целью процесс проводят при высокой температуре? Как изменится выход продукта, если температуру увеличить еще на 200 °С?

**20 баллов**

Химия. 10 класс

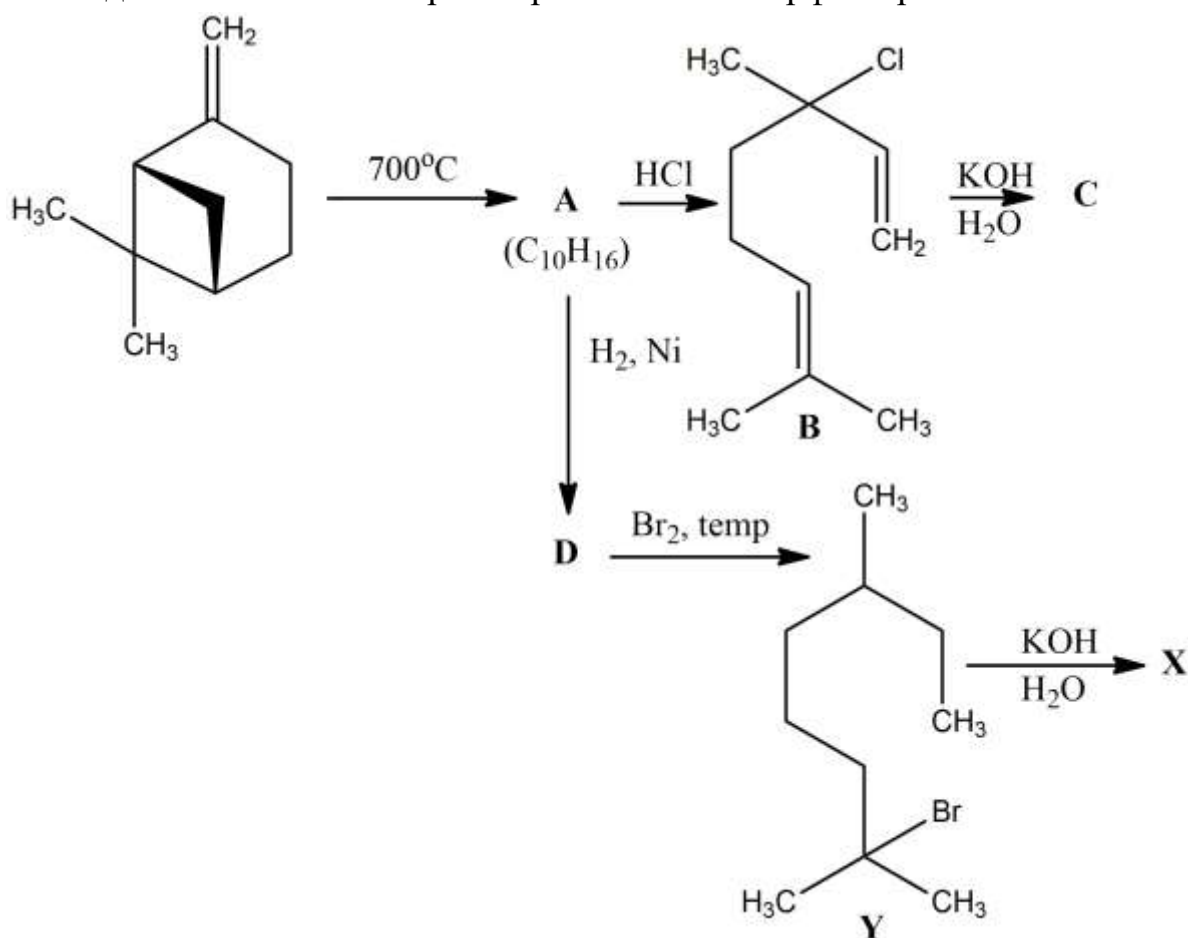
3 вариант

Работа рассчитана на 235 минут.

Все решения должны быть полными и обоснованными.

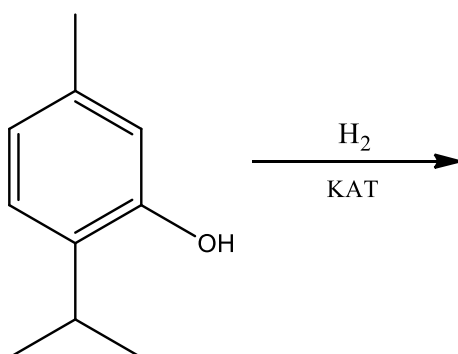
Задача 1.

Линалоол (С) – терпеноид, представляющий собой бесцветную жидкость с запахом ландыша. Линалоол широко применяется в парфюмерии.



1. Установите структурные формулы веществ **A**, **C**, **D**, **X**. Имейте в виду, что **A** – ациклическое соединение.
2. Приведите структурные формулы четырех любых изомеров вещества **C**.
3. Установите продукты окисления вещества (смесью  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}$ ), полученного при обработке **X** концентрированной серной кислотой. Напишите обе реакции. Окислительно-восстановительную реакцию уравняйте методом электронного баланса.
4. Терпены и терпеноиды можно получать как из природных веществ, так и посредством химического синтеза. Так, при каталитическом гидрировании *тимола*

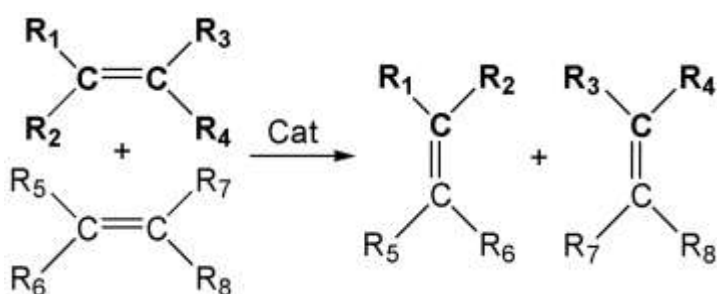
(структурная формула приведена ниже) получается *ментол*, обладающий мятным запахом. Установите структурную формулу *ментола*.



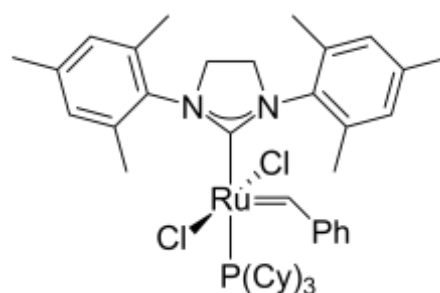
(18 баллов)

### Задача 2.

Введение в органический синтез катализаторов на основе комплексов переходных металлов позволило проводить реакции, кажущиеся ранее невозможными, а порой – даже абсурдными. Одним из таких превращений является т.н. «метатезис» – реакция перераспределения заместителей при двойных связях алкенов (или других ненасыщенных соединений). Для проведения метатезиса чаще всего применяют комплексные соединения рутения – т.н. катализаторы Граббса, обозначаемые латинской буквой G с указанием через дефис поколения катализатора: к примеру, G-II обозначает катализатор Граббса второго поколения. Кроме того, применение нашли также комплексы ванадия, тантала, молибдена и других переходных металлов со сложными органическими лигандами.



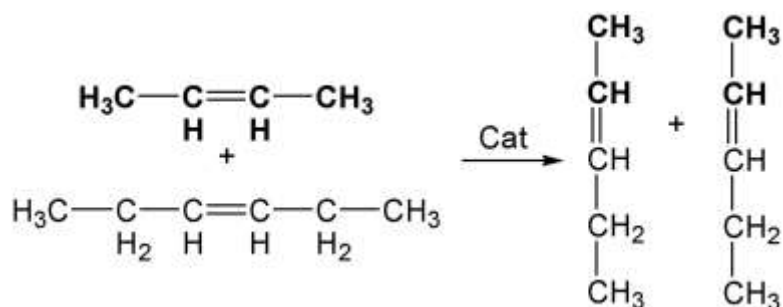
Общая схема метатезиса



Катализатор Граббса второго поколения (G-II)

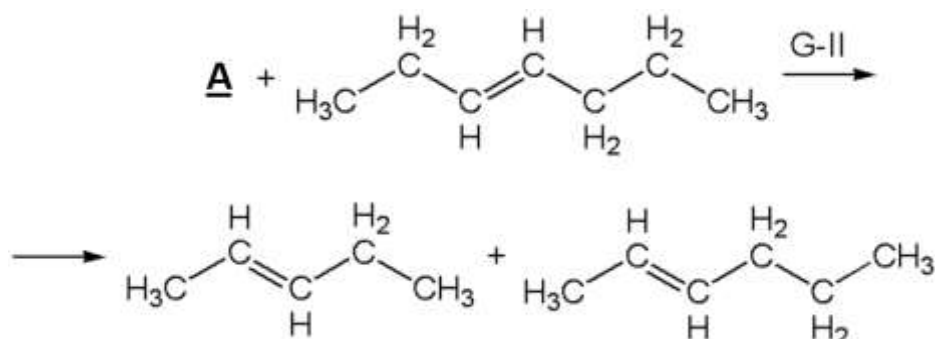
\*Ph – фенил (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>), Cy – циклогексил (цикло-C<sub>6</sub>H<sub>11</sub>).

К примеру, при использовании в качестве субстратов для метатезиса бутена-2 и гексена-3 образуется два моля пентена-2 (фрагменты исходного бутена-2 выделены жирным):

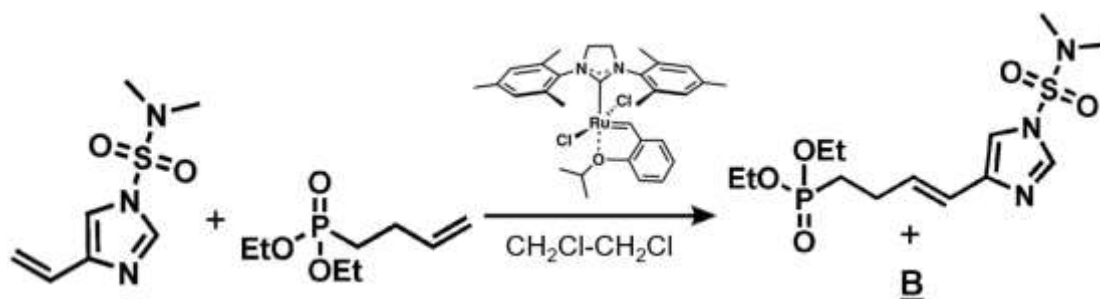


Ниже приведены 10 реакций метатезиса, в которых пропущены исходные вещества или продукты:

1.



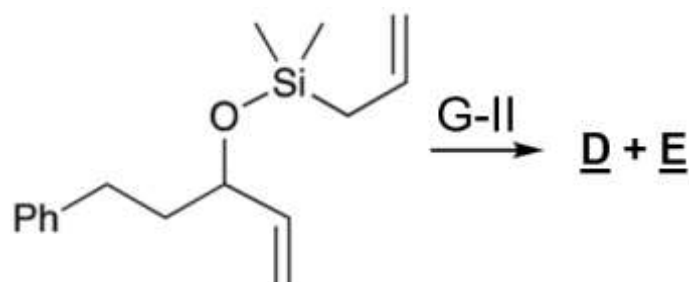
2.



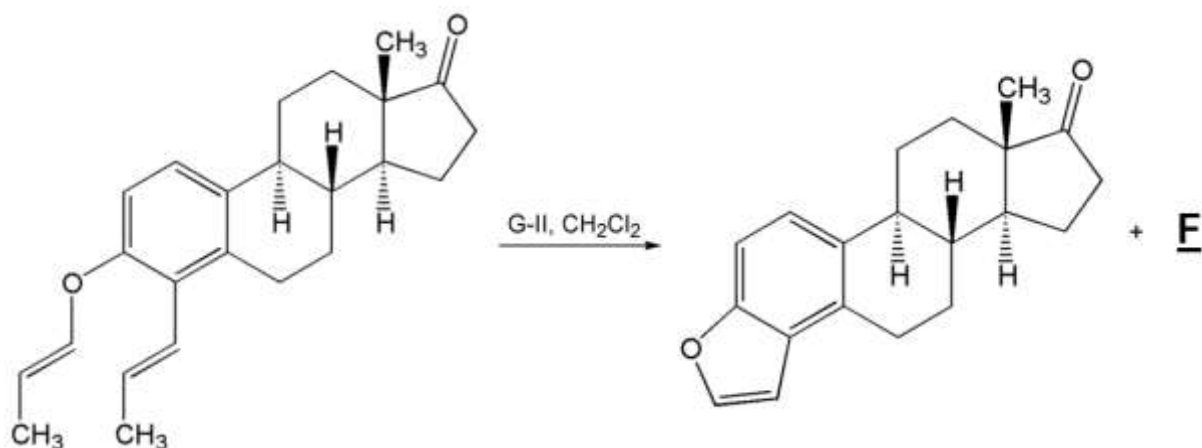
3.



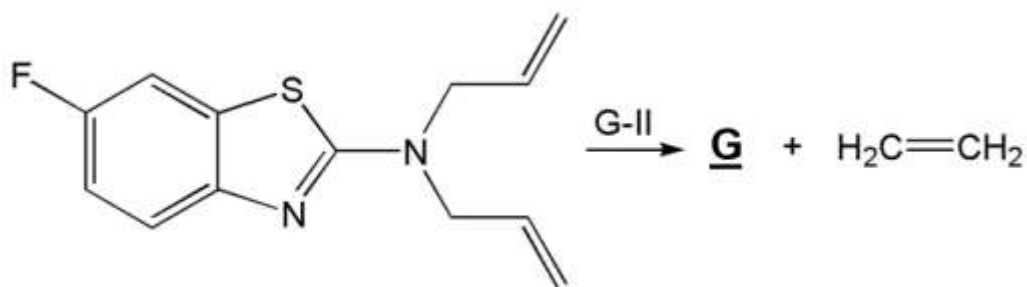
4.



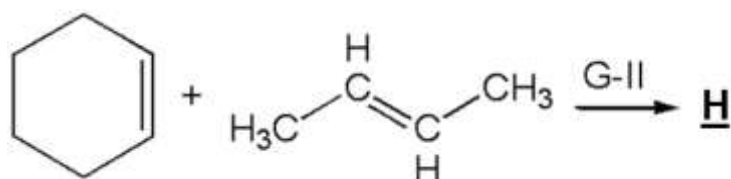
5.



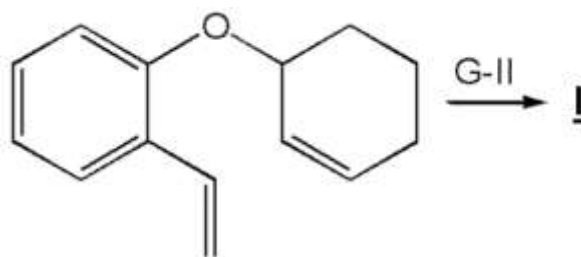
6.



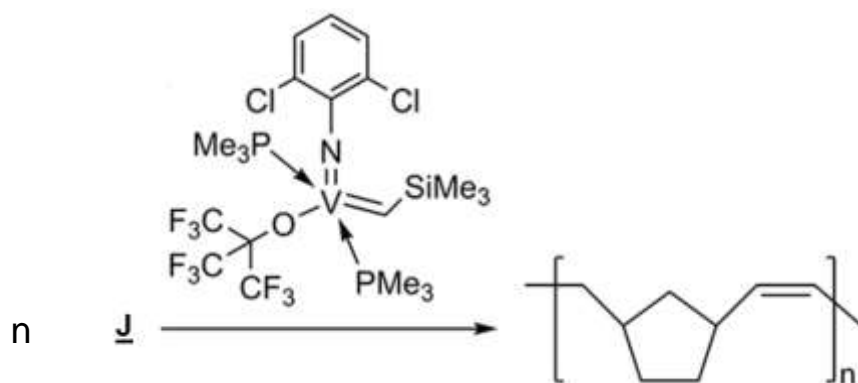
7.



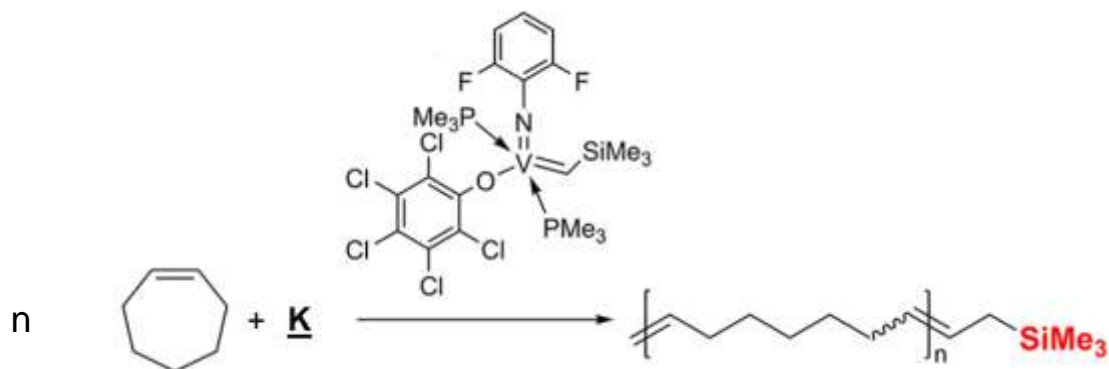
8.



9.



10.



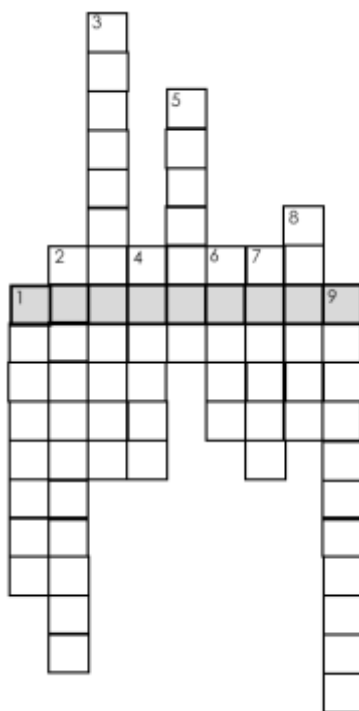
1. Установите структурные формулы веществ **A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K** (одна и та же молекула может несколько раз повторяться в ответах, и ей при этом могут соответствовать разные буквенные обозначения). Обратите внимание: ароматическое кольцо в указанных реакциях не подвергается метатезису!

(32 балла)

### Задача 3.

В кроссворде ниже в клетках, выделенных серым цветом, зашифрован класс химических соединений. Ответьте на вопросы и заполните кроссворд, а также напишите формулу любого соединения этого класса. Учтите, что все зашифрованные слова необходимо вписывать в кроссворд по вертикали сверху вниз.

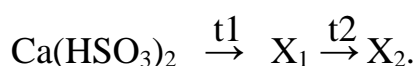
- $\text{N}_2\text{H}_4$ .
- Циклоалкан, содержащий в своём составе пять атомов углерода.
- Продукт присоединения воды к ацетилену.
- Изотоп водорода, содержащий в ядре один протон и два нейтрона.
- $\text{CH}_3\text{OH}$ .
- Бытовое название водного раствора соединения  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .
- Диметилбензол.
- $\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2$ .
- Реакция двух молекул ацетилена, катализируемая  $\text{Cu}_2\text{Cl}_2/\text{NH}_4\text{Cl}$  и сопровождающаяся образованием винилацетилена – это ...



(10 баллов)

**Задача 4.** В одной из аптек для приготовления фармацевтического препарата лаборант растворил 20,8 г гидросульфита натрия и 16,1 г декагидрата сульфата натрия в 200 мл воды. Затем к полученному раствору он добавил еще 300 мл воды.

1. Определите молярную и нормальную концентрации анионов в полученном растворе (влиянием массы слей на объем пренебрегите).
2. Определите также кислотность среды раствора и рассчитайте его pH. Константы диссоциации сернистой кислоты равны  $K_I = 1,4 \cdot 10^{-2}$ ,  $K_{II} = 6,2 \cdot 10^{-8}$ .
3. Приведите графическую формулу гидросульфита кальция.
4. Определите неизвестные вещества в цепочке превращений и назовите их по систематической номенклатуре:



Запишите уравнения зашифрованных реакций.

(20 баллов)



**Задача 5.** Молярные массы оксидов А и Б (газы при н.у.), образованных элементом Х, отличаются в 1,533 раза.

1. Установите элемент Х и составы А и Б. Приведите расчеты.
2. Оксид с большей молярной массой поместили в сосуд объемом 2 л при температуре 100 °С, далее сосуд охладили до 40 °С, при этом давление в реакционной смеси снизилось на 40 %. В чем причина снижения давления? Какой процесс протекает в сосуде? Запишите уравнение реакции и определите выход продукта. Приведите состав газовой смеси (в об. %) по окончании реакции. Как изменилась окраска газа в сосуде?
3. Может ли вступать в подобную реакцию второй оксид элемента Х? Ответ обоснуйте.

**(20 баллов)**

Химия. 10 класс

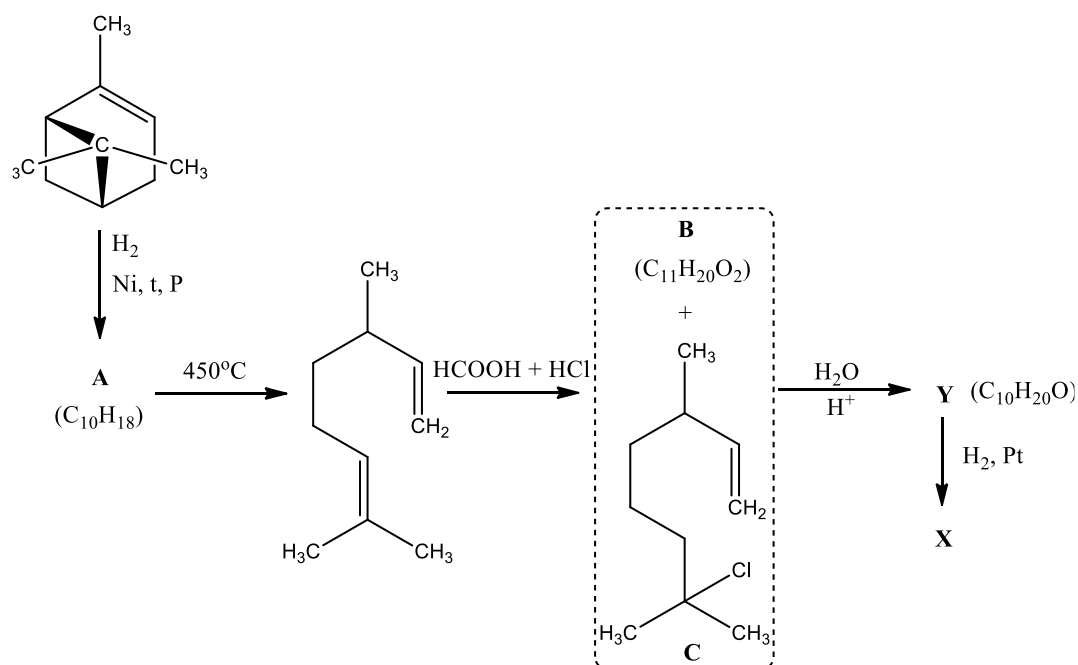
4 вариант

Работа рассчитана на 235 минут.

Все решения должны быть полными и обоснованными.

Задача 1.

Тетрагидромирценол (**X**) – вещество с цветочно-цитрусовым запахом, используемое при составлении парфюмерных композиций и изготовлении отдушек. Тетрагидромирценол получают при гидрировании соединения **Y**, которое получается по схеме:

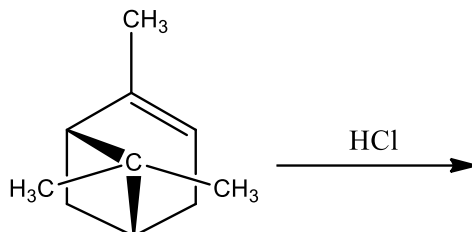


#

Реакция присоединения муравьиной кислоты протекает аналогично присоединению HCl.

1. Установите структурные формулы веществ **A**, **B**, **Y**, **X**.
2. Приведите структурные формулы четырех любых изомеров вещества **B**.
3. Установите продукты окисления вещества (смесью  $K_2Cr_2O_7/H_2SO_{4(конц)}$ ), полученного при обработке **X** концентрированной серной кислотой. Напишите обе реакции. Окислительно-восстановительную реакцию уравняйте методом электронного баланса.

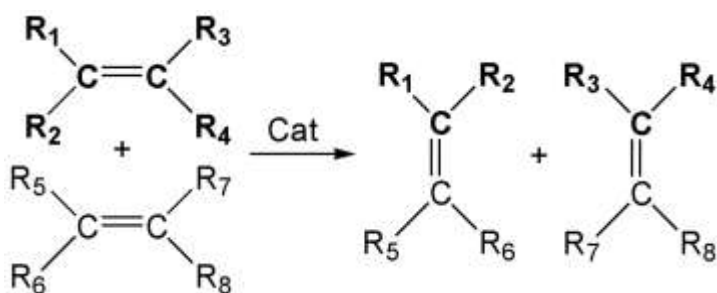
4. *α*-пинен (исходное вещество в цепочке получения **X**) – типичный представитель бициклических терпенов (производных изопрена). *α*-пинен является алкеном, поэтому легко вступает в реакцию с HCl с образованием 2-хлорпинана. Установите структурную формулу 2-хлорпинана.



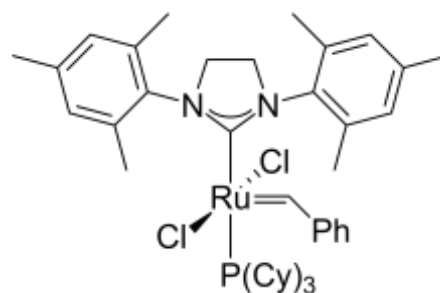
(18 баллов)

### Задача 2.

Введение в органический синтез катализаторов на основе комплексов переходных металлов позволило проводить реакции, кажущиеся ранее невозможными, а порой – даже абсурдными. Одним из таких превращений является т.н. «метатезис» – реакция перераспределения заместителей при двойных связях алкенов (или других ненасыщенных соединений). Для проведения метатезиса чаще всего применяют комплексные соединения рутения – т.н. катализаторы Граббса, обозначаемые латинской буквой G с указанием через дефис поколения катализатора: к примеру, G-II обозначает катализатор Граббса второго поколения. Кроме того, применение нашли также комплексы ванадия, тантала, молибдена и других переходных металлов со сложными органическими лигандами.



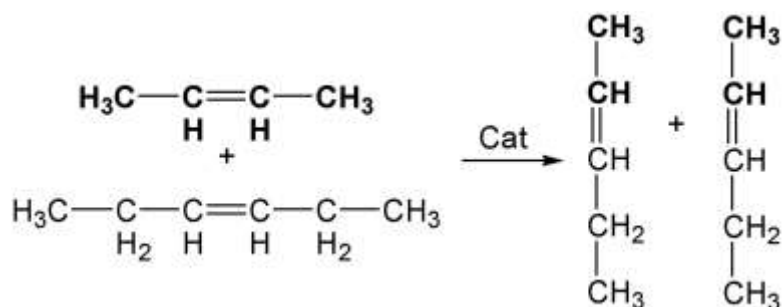
Общая схема метатезиса



Катализатор Граббса второго поколения (G-II)

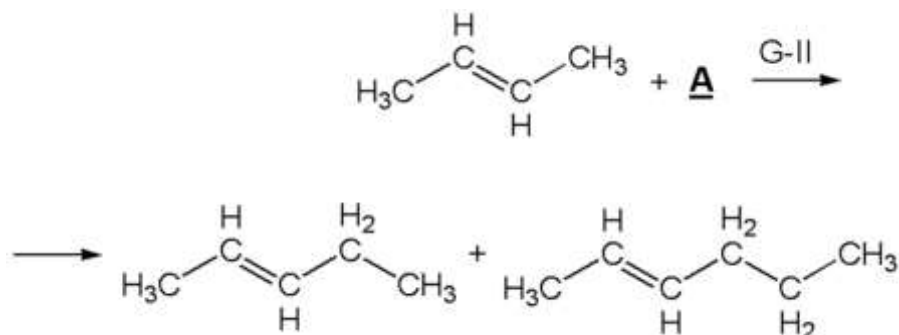
\*Ph – фенил (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>), Cy – циклогексил (цикло-C<sub>6</sub>H<sub>11</sub>).

К примеру, при использовании в качестве субстратов для метатезиса бутена-2 и гексена-3 образуется два моля пентена-2 (фрагменты исходного бутена-2 выделены жирным):

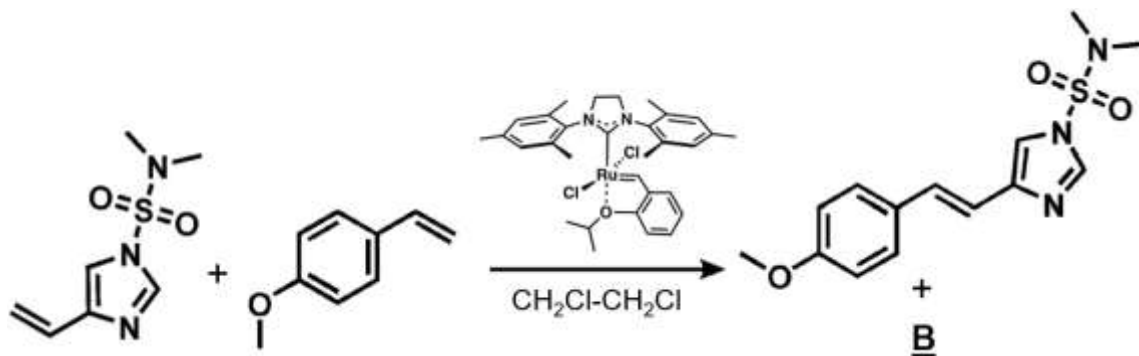


Ниже приведены 10 реакций метатезиса, в которых пропущены исходные вещества или продукты:

1.



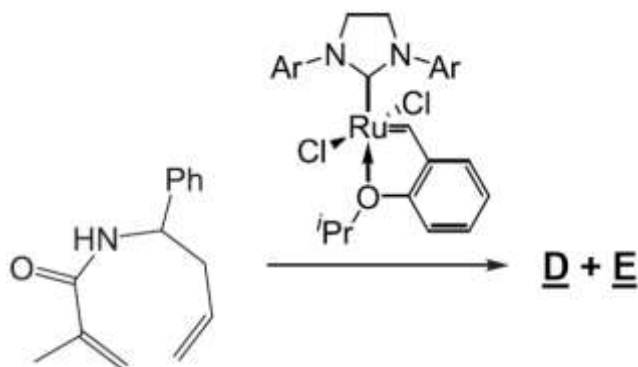
2.



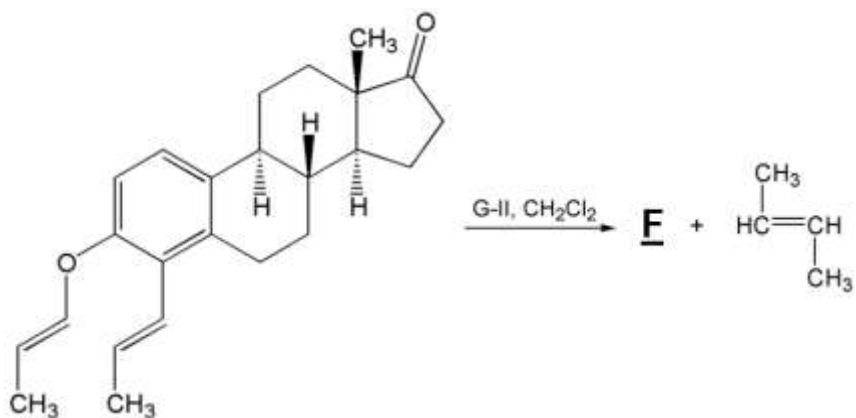
3.



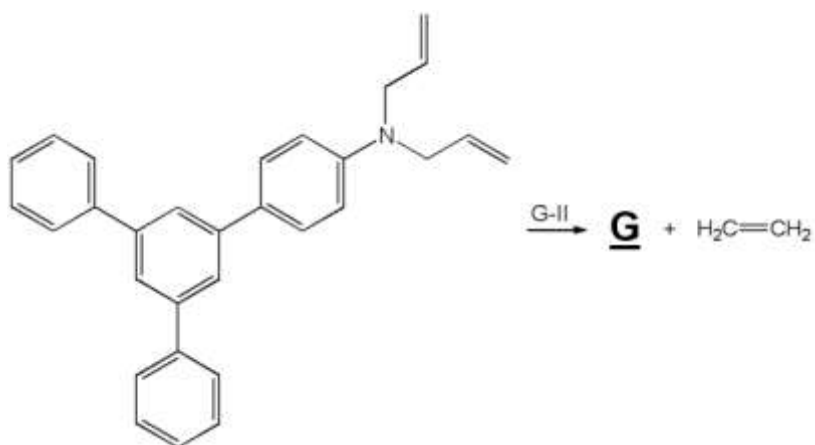
4.



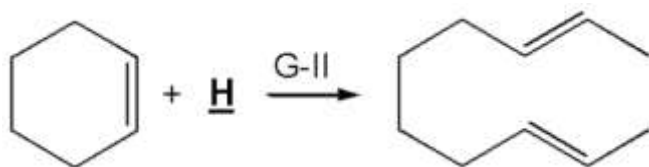
5.



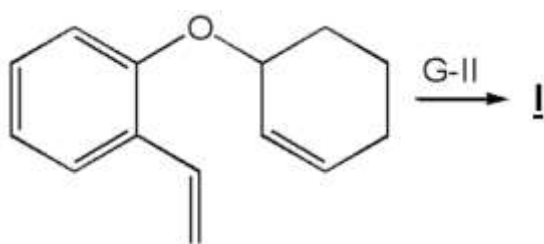
6.



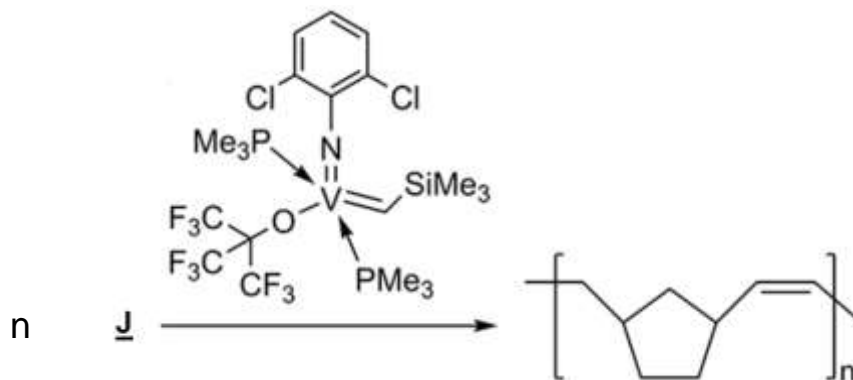
7.



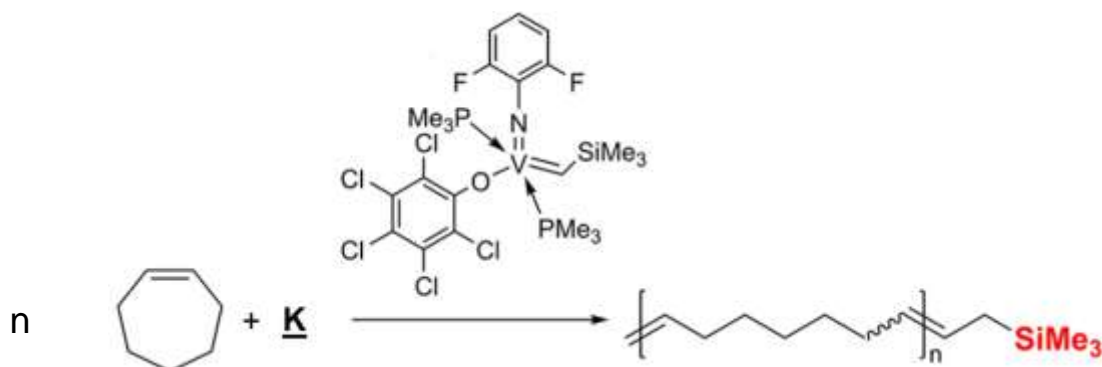
8.



9.



10.



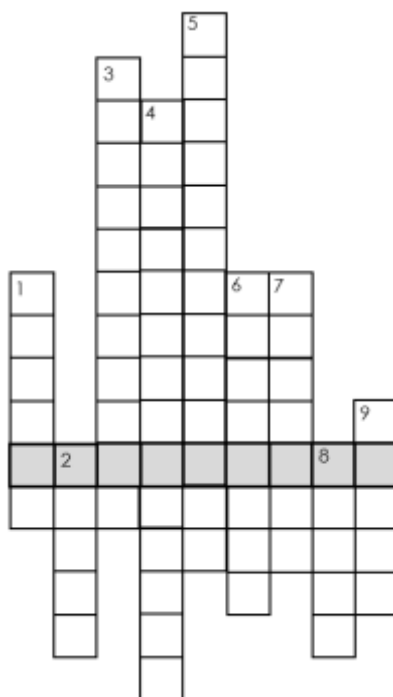
1. Установите структурные формулы веществ **A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K** (одна и та же молекула может несколько раз повторяться в ответах, и ей при этом могут соответствовать разные буквенные обозначения). Обратите внимание: ароматическое кольцо в указанных реакциях не подвергается метатезису!

(32 балла)

### Задача 3.

В кроссворде ниже в клетках, выделенных серым цветом, зашифрован химический термин. Ответьте на вопросы и заполните кроссворд, а также напишите любой пример зашифрованного химического термина. Учтите, что все зашифрованные слова необходимо вписывать в кроссворд по вертикали сверху вниз.

1. Продукт полимеризации изопрена.
2. Радиоактивный металл, открытый Марией Склодовской-Кюри.
3. Неразветвлённый циклоалкан, содержащий 6 атомов в цикле.
4. Процесс присоединения электрона.
5. Реакция этилена с раствором  $\text{Br}_2$  в четырёххлористом углеводе – это...
6. Экамарганец.
7.  $n\text{-C}_4\text{H}_9\text{OH}$ .
8. Международный союз теоретической и прикладной химии.
9. Первый благородный газ в таблице Менделеева.



(10 баллов)

**Задача 4.** На занятии химического кружка отличник Степан получил задание приготовить 1 л раствора, содержащего эквимольное количество двух кислых кислородсодержащих солей элемента X в высшей степени окисления n. В задании также говорилось, что катионы солей - Y и Z являются соседями по группе Периодической системы элементов, Y окрашивает пламя горелки в фиолетовый цвет, а Z находится в том же периоде, что и элемент X, порядковый номер которого совпадает с номером группы, а n – четное число.

1. Что за соли должен использовать Степан?
2. Рассчитайте массу безводных солей, которую надо взять, чтобы приготовить 0,2 нормальный раствор (по аниону). Влиянием солей на объем пренебрегите.
3. Определите кислотность среды полученного раствора и рассчитайте его pH. Константу диссоциации кислоты X по II ступени примите за 0,01.
4. Напишите уравнения термического разложения указанных солей.

(20 баллов)

**Задача 5.** Массовые доли элемента X в двух образованных им оксидах А и Б (газы при н.у.) отличаются в 1,533 раза. В 1 г атомов элемента Y содержится  $5,45 \cdot 10^{-4}$  г электронов.

1. Установите элементы X, Y и составы А-Б. Приведите расчеты. Масса электрона в 1836 раз меньше массы протона (нейтрона).
2. Простые вещества В и Г, образованные элементами X и Y, соответственно, реагируют в присутствии катализатора в замкнутом сосуде при постоянной температуре 520 °С и давлении P, при этом давление в реакционной смеси по окончании реакции упало на 10,0 %. Установите В и Г и определите состав образовавшейся газовой смеси (в об. %), если в исходной смеси содержалось 82,35 % Г (масс.). Вычислите выход продукта.
3. Указанная реакция протекает с выделением теплоты. С какой целью процесс проводят при высокой температуре? Как изменится выход продукта, если увеличить давление в сосуде? Почему?

**(20 баллов)**



## Химия. 11 класс

1 вариант

Работа рассчитана на 235 минут.

**Все решения должны быть полными и обоснованными.**

### Задача 1

Франций – один из редчайших и наименее стабильный из всех радиоактивных элементов, встречающихся в природе. Франций является членом радиоактивного ряда  $^{235}\text{U}$  (1 атом  $^{x}\text{Fr}$  на  $3 \cdot 10^{18}$  атомов природного урана).

Франций с массовым числом **X** получается при  $\alpha$ -распаде актиния-227 (реакция 1).

Франций с массовым числом **Y** получается при бомбардировке ядер золота-197 ядрами кислорода-18 (помимо  $^{y}\text{Fr}$  образуются также пять нейтронов) (реакция 2).

Франций с массовым числом **Z** получается при бомбардировке ядер  $^{197}\text{Au}$  ядрами  $^{22}\text{Ne}$  (помимо  $^{z}\text{Fr}$  образуются также три нейтрона и ядро атома гелия) (реакция 3).

До своего открытия Маргаритой Пере франций был предсказан Дмитрием Ивановичем Менделеевым и имел название *экацезий*.

1. Напишите электронную конфигурацию атома франция.
2. Установите, каким массовым числам соответствуют **X**, **Y** и **Z**. Напишите уравнения ядерных реакций 1 – 3.
3.  $^{z}\text{Fr}$  может быть получен еще и по реакции скалывания (взаимодействие ядра-мишени с протоном высокой энергии). Так, взаимодействие урана-238 с протоном приводит к образованию  $^{z}\text{Fr}$  и 27 нуклонов, но только 6 из них имеют заряд. Напишите уравнение указанной ядерной реакции.
4. Определите объем образца франция-210, если известно, что плотность франция равна  $2,48 \text{ г/см}^3$ , а число исследованных атомов –  $1,34 \cdot 10^9$ .
5. Принимая во внимание, что франций – самый активный щелочной металл, напишите уравнения реакций взаимодействия франция с водой, фтором и разбавленной серной кислотой.
6. Франций можно осадить из растворов в виде перхлората. Напишите указанную реакцию в сокращенном ионном виде. Определите массовую долю франция в полученном осадке (расчеты проводить для франция-223).

**(20 баллов)**

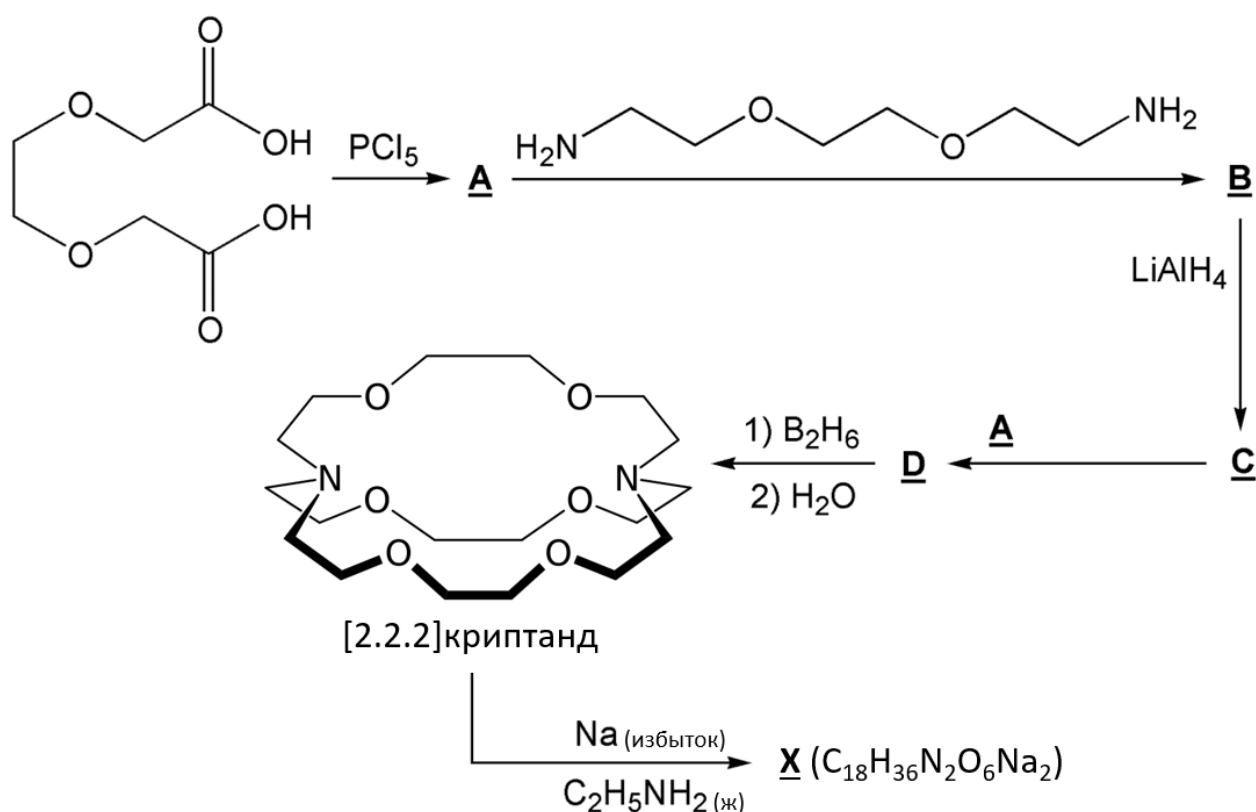
### Задача 2.

Алкалиды – это солеобразные химические соединения, содержащие в своём составе анионы щелочных металлов. Впервые получение соединений этого класса

было описано в статье Д. Л. Дая “Crystalline salt of the sodium anion ( $\text{Na}^-$ )”, опубликованной в журнале Американского химического общества в 1974 году, после чего в этой области химии было сделано множество открытий.

Как правило, для получения алкалидов используют т.н. «криптанды» – би- и полициклические органические молекулы, образующие прочные комплексные соединения с катионами щелочных металлов. Первый представитель этого класса соединений – [2.2.2]криптанд – был получен в 1969 году Ж. М. Леном, за что последний в 1987 году удостоился Нобелевской премии по химии.

В цепочке ниже представлены одновременно первый путь синтеза [2.2.2]криптанда и последующее его использование для получения первого из синтезированных алкалидов:



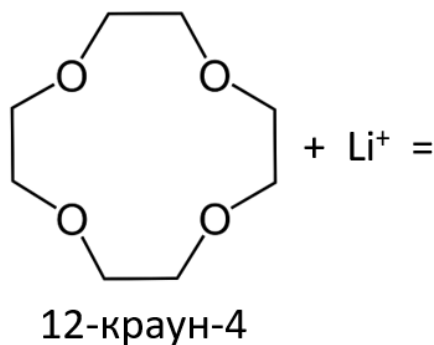
1. Установите структурные формулы веществ **A**, **B**, **C**, **D**, **X**. Для обозначения связей между комплексообразователем и донорными атомами лигандов используйте пунктирные линии.

2. В последней реакции для получения **X** в оригинальном исследовании используют избыток натрия. Показано, однако, что при проведении реакции в соотношении криптанд :  $\text{Na} = 1 : 1$  образуется другой продукт с брутто-формулой  $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{N}_2\text{O}_6\text{Na}$ , в котором в качестве анионов представлены частицы иного типа, обладающие единичным отрицательным зарядом и массой в 1836 раз меньше массы

протона. Напишите уравнение реакции [2.2.2]криптана и металлического натрия, взятых в эквимольном соотношении.

3. Известно, что безводный кристаллический  $\text{ThI}_3$  обладает электропроводностью, обычно не характерной для соединений подобного типа. Исследование кристаллической решётки этого соединения позволило учёным выдвинуть гипотезу, согласно которой иодид  $\text{Th}^{3+}$  является неорганическим представителем того же класса соединений, к которым относится также продукт взаимодействия эквимольных количеств [2.2.2]криптана и металлического натрия, описанный в вопросе №2. Принимая во внимание то, что наиболее стабильная степень окисления тория в соединениях – (+4), опишите возможную причину появления электропроводности у  $\text{ThI}_3$ .

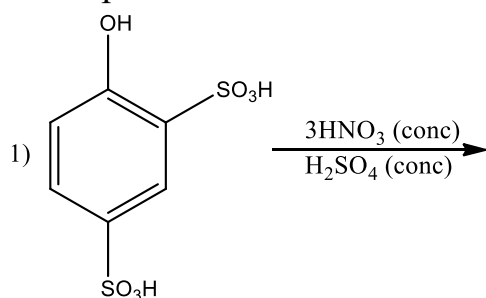
4. Ещё одним классом соединений, образующих прочные комплексы с катионами щелочных металлов, являются краун-эфиры – циклические простые эфиры, содержащие не менее четырёх гетероатомов (как правило, атомов кислорода), разделённых фрагментами  $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ . При этом, изменяя длину цепи краун-эфира и, таким образом, размер его внутренней полости, можно подобрать молекулы, селективно связывающие необходимые катионы. К примеру, катионы  $\text{Li}^+$  наилучшим образом связываются молекулой 12-краун-4. Напишите уравнение указанной реакции:

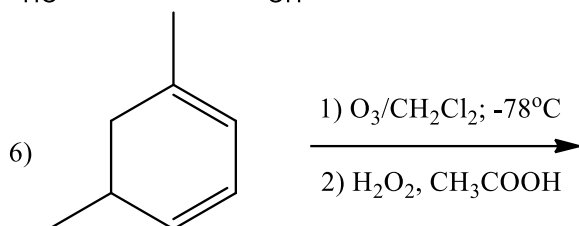
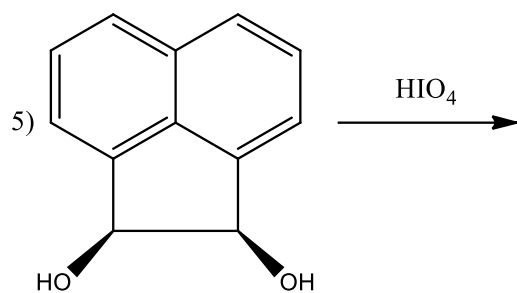
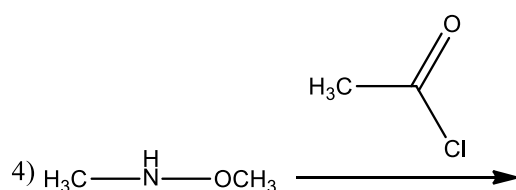
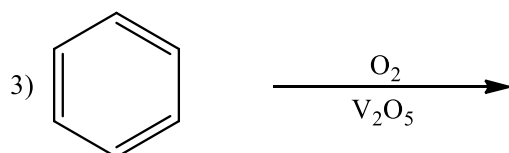
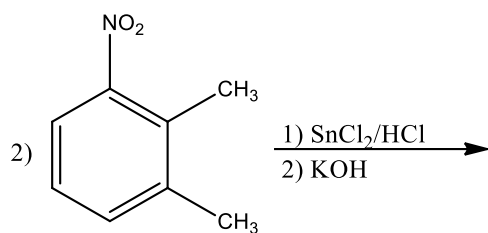


(24 балла)

### Задача 3.

Определите основные органические продукты, которые образуются в следующих реакциях:





(18 баллов)

**Задача 4.** В одной из биотехнологических лабораторий используется раствор, содержащий эквимольную (по анионам) смесь гидрокарбоната и карбоната натрия с концентрацией натрия 5,2 г/л.

1. Определите молярную и нормальную концентрации анионов в данном растворе.
2. Какие навески  $\text{NaHCO}_3$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  необходимо взять для приготовления 800 мл такого раствора.

3. Определите кислотность среды указанного раствора и рассчитайте его pH. Константы диссоциации угольной кислоты равны  $K_I = 4,5 \cdot 10^{-7}$ ,  $K_{II} = 4,8 \cdot 10^{-11}$ .
4. Далее к полученному раствору добавили 10 мл 1 М раствора NaOH. Почему pH этого раствора почти не изменилось? Изменится ли pH раствора после добавления к нему 10 мл 1 М HCl? Почему? Как называются такие растворы? Зачем их используют?

**(20 баллов)**

**Задача 5.** Массовые доли кислорода в бинарных соединениях А и Б (газы при н.у.), образованных элементом X, отличаются в 1,2 раза. В процессе получения Б путем взаимодействия А при постоянной температуре Т с кислородом в замкнутом сосуде давление в реакционной смеси упало на 25,0 %.

1. Установите элемент X и составы А и Б. Приведите расчеты.
2. Определите состав образовавшейся газовой смеси (в об. %), если количество А и Б в исходной смеси одинаково, а массовая доля кислорода изначально составила 33,3 %. Рассчитайте константу равновесия реакции для  $P = 101,3$  кПа и Т.
3. На основании данных, приведенных в таблице, для реакции  $A + O_2 \rightarrow B$  установите порядки по веществам и общий порядок реакции, а также константу скорости.

[A], М	[O <sub>2</sub> ], М	Начальная скорость
0,25	0,4	0,167
0,25	0,2	0,118
0,75	0,2	1,062

**(20 баллов)**

## Химия. 11 класс

2 вариант

Работа рассчитана на 235 минут.

**Все решения должны быть полными и обоснованными.**

### Задача 1

Радий – довольно редкий радиоактивный элемент, который добывают из урановой смоляной руды, причем на 1000 кг руды содержится порядка 0,15 г радия.

Самый долгоживущий радиоизотоп радия с массовым числом **X** получается при  $\alpha$ -распаде тория-230 (реакция 1).

Радий с массовым числом **Y** получается при  $\beta^-$ -распаде франция-224 (реакция 2).

Радий с массовым числом **Z**, имеющий историческое название мезоторий I, можно получить при  $\alpha$ -распаде тория-232 (реакция 3).

Свое название радий получил от латинского *radius* – луч.

1. Напишите электронную конфигурацию атома радия.
2. Установите, каким массовым числам соответствуют **X**, **Y** и **Z**. Напишите уравнения ядерных реакций 1 – 3.
3. Благодаря высокой энергии излучения радия-**X** альфа-частицы, образующиеся при его распаде, способны взаимодействовать с ядрами бериллия-9. Напишите уравнение ядерной реакции взаимодействия ядер  ${}^9\text{Be}$  с ядрами  ${}^4\text{He}$ , если известно, что одним из продуктов является ядро атома углерода-12.
4. Определите объем образца радия-226, если известно, что его плотность равна  $5,5 \text{ г/см}^3$ , а число исследованных атомов –  $2,31 \cdot 10^{11}$ .
5. Учитывая, что радий – самый активный щелочноземельный металл, напишите уравнения реакций взаимодействия радия с водой, фтором и соляной кислотой.
6. Радий можно осадить из растворов в виде хромата. Напишите указанную реакцию в сокращенном ионном виде. Определите массовую долю радия в полученном осадке (расчеты проводить для радия-226).

**(20 баллов)**

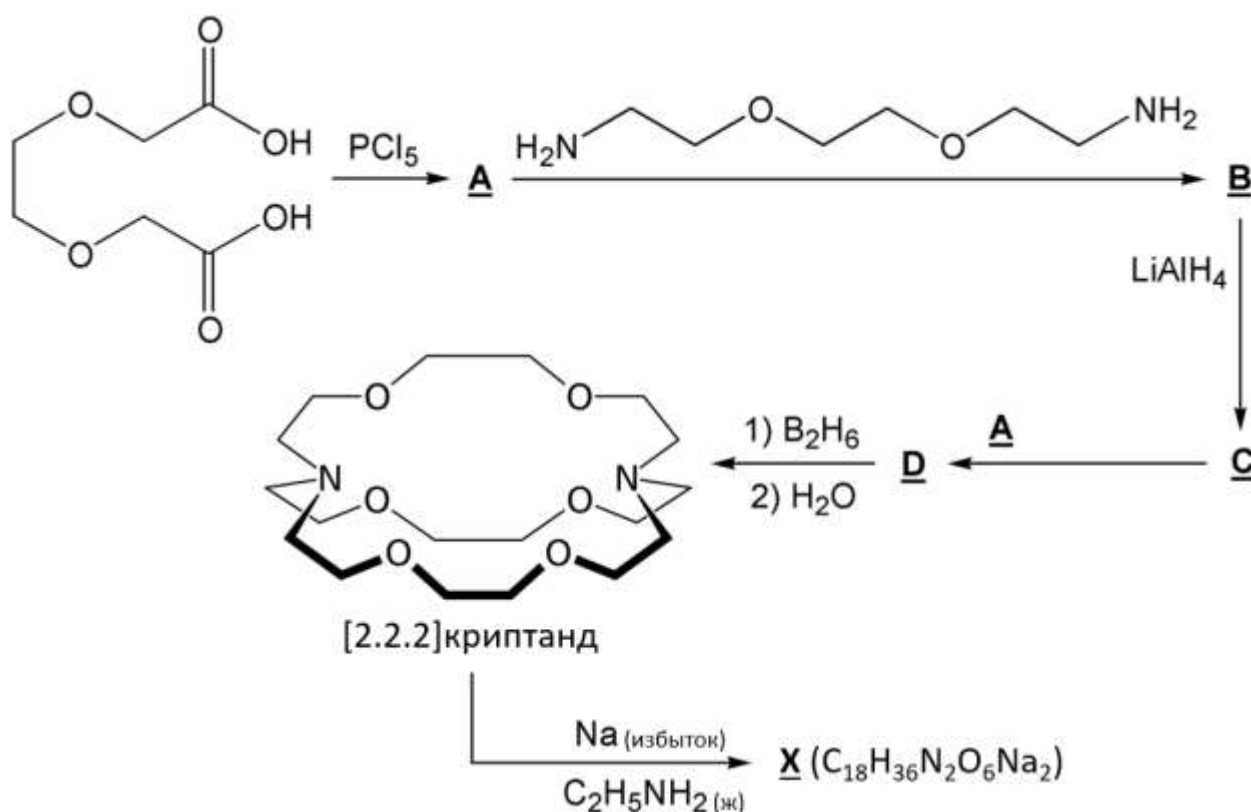
### Задача 2.

Алкалиды – это солеобразные химические соединения, содержащие в своём составе анионы щелочных металлов. Впервые получение соединений этого класса

было описано в статье Д. Л. Дая “Crystalline salt of the sodium anion ( $\text{Na}^-$ )”, опубликованной в журнале Американского химического общества в 1974 году, после чего в этой области химии было сделано множество открытий.

Как правило, для получения алкалидов используют т.н. «криптанды» – би- и полициклические органические молекулы, образующие прочные комплексные соединения с катионами щелочных металлов. Первый представитель этого класса соединений – [2.2.2]криптанд – был получен в 1969 году Ж. М. Леном, за что последний в 1987 году удостоился Нобелевской премии по химии.

В цепочке ниже представлены одновременно первый путь синтеза [2.2.2]криптана и последующее его использование для получения первого из синтезированных алкалидов:



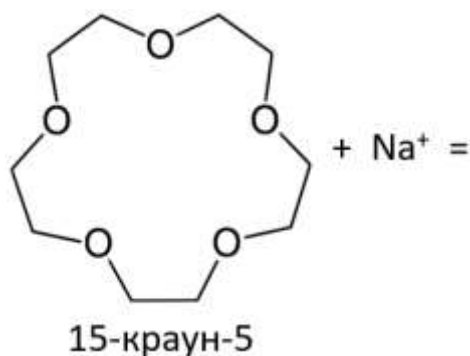
1. Установите структурные формулы веществ **A**, **B**, **C**, **D**, **X**. Для обозначения связей между комплексообразователем и донорными атомами лигандов используйте пунктирные линии.

2. В последней реакции для получения **X** в оригинальном исследовании используют избыток натрия. Показано, однако, что при проведении реакции в соотношении криптанд :  $\text{Na} = 1 : 1$  образуется другой продукт с брутто-формулой  $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{N}_2\text{O}_6\text{Na}$ , в котором в качестве анионов представлены частицы иного типа, обладающие единичным отрицательным зарядом и массой в 1836 раз меньше массы

протона. Напишите уравнение реакции [2.2.2]криптана и металлического натрия, взятых в эквимольном соотношении.

3. Известно, что безводный кристаллический  $\text{LaI}_2$  обладает электропроводностью, обычно не характерной для соединений подобного типа. Исследование кристаллической решётки этого соединения позволило учёным выдвинуть гипотезу, согласно которой иодид  $\text{La}^{2+}$  является неорганическим представителем того же класса соединений, к которым относится также продукт взаимодействия эквимольных количеств [2.2.2]криптана и металлического натрия, описанный в вопросе №2. Принимая во внимание то, что наиболее стабильная степень окисления лантана в соединениях – (+3), опишите возможную причину появления электропроводности у  $\text{LaI}_2$ .

4. Ещё одним классом соединений, образующих прочные комплексы с катионами щелочных металлов, являются краун-эфиры – циклические простые эфиры, содержащие не менее четырёх гетероатомов (как правило, атомов кислорода), разделённых фрагментами  $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ . При этом, изменяя длину цепи краун-эфира и, таким образом, размер его внутренней полости, можно подобрать молекулы, селективно связывающие необходимые катионы. К примеру, катионы  $\text{Na}^+$  наилучшим образом связываются молекулой 15-краун-5. Напишите уравнение указанной реакции:

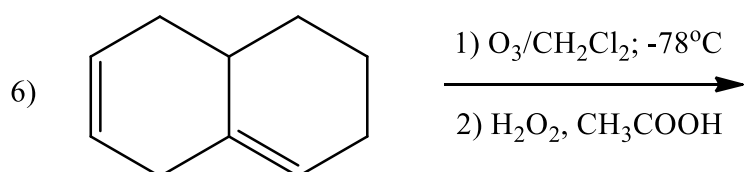
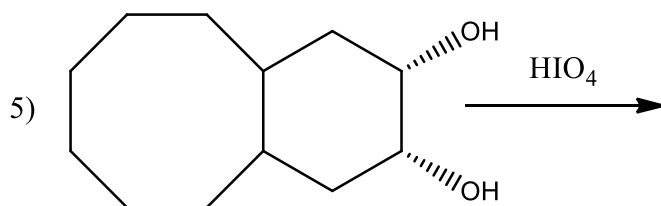
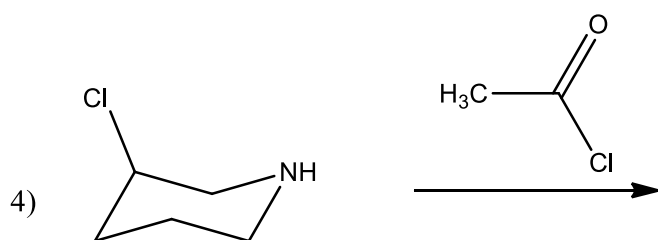
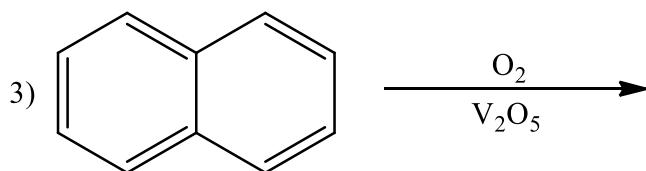
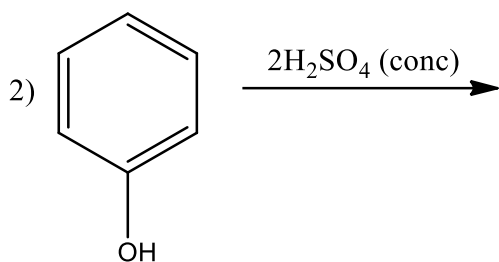
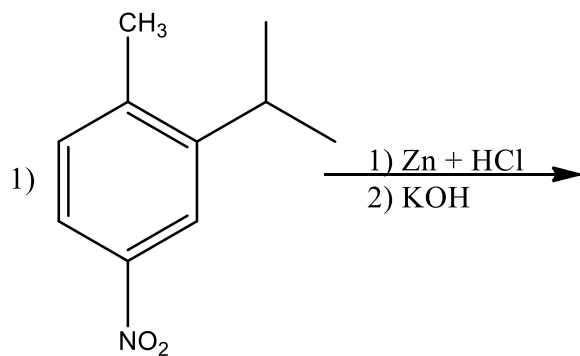


(24 балла)

### Задача 3.

Определите основные органические продукты, которые образуются в следующих реакциях:





**Задача 4.** В одной из заводских лабораторий лаборант растворил 20,8 г гидросульфита натрия и 18,0 г гидросульфита калия в 500 мл воды. Затем к полученному раствору он добавил еще 1500 мл воды.

1. Определите молярную и нормальную концентрации анионов в полученном растворе (влиянием массы солей на объем пренебрегите).
2. Определите также кислотность среды полученного раствора и рассчитайте его pH. Константы диссоциации сернистой кислоты равны  $K_I = 1,4 \cdot 10^{-2}$ ,  $K_{II} = 6,2 \cdot 10^{-8}$ .
3. Далее к полученному раствору лаборант добавил 2,0 г гидроксида кальция. Что наблюдается? Подтвердите Ваше предположение расчетом. Напишите уравнение протекающей реакции.
4. Определите концентрации всех ионов в растворе после добавления гидроксида кальция.

*Для справки:* ПР – произведение растворимости, равно произведению константы реакции растворения осадка на равновесную концентрацию осадка. Эта величина определяет, будет ли образовываться осадок: если произведение концентраций ионов, входящих в состав осадка, больше, чем ПР – осадок образуется.  $ПР(CaSO_3) = 6,5 \cdot 10^{-7}$ .

**(20 баллов)**

**Задача 5.** Массовые доли кислорода в бинарных соединениях А и Б (газы при н.у.), образованных элементом X, отличаются в 1,272 раза.

1. Установите элемент X и составы А и Б. Приведите расчеты.
2. В замкнутом сосуде осуществляют процесс окисления А кислородом на железоксидном катализаторе при температуре 300 °С. Определите состав образовавшейся газовой смеси (в об. %), если выход продукта при указанной температуре составил 83 %. Исходная смесь состояла только из двух газов и содержала 30,0 % (масс.) кислорода.

3. Рассчитайте, как изменится давление реакционной смеси в замкнутом сосуде в момент равновесия и определите константу равновесия реакции при этом давлении ( $P_{\text{начал}} = 101,3$  кПа).
4. На основании данных, приведенных в таблице, для указанной выше реакции установите порядки по веществам и общий порядок реакции, а также константу скорости.

[A], М	[O <sub>2</sub> ], М	Начальная скорость
0,5	0,6	1,188
0,5	0,3	0,840
0,75	0,3	1,260

**(20 баллов)**

## Химия. 11 класс

3 вариант

Работа рассчитана на 235 минут.

**Все решения должны быть полными и обоснованными.**

### Задача 1

Актиний, родоначальник радиоактивного семейства актиноидов, был выделен в 1899 году А. Дебьерном из урановой смоляной руды.

Актиний с массовым числом  $X$  получается при  $\beta^-$ -распаде радия-228 (реакция 1).

Актиний с массовым числом  $Y$  получается при  $\alpha$ -распаде протактиния-231 (реакция 2).

Актиний с массовым числом  $Z$  получается при бомбардировке ядер тория-232 нейтронами (в результате реакции помимо  ${}^Z\text{Ac}$  образуется один протон) (реакция 3).

1. Напишите электронную конфигурацию атома актиния.
2. Установите, каким массовым числам соответствуют  $X$ ,  $Y$  и  $Z$ . Напишите уравнения ядерных реакций 1 – 3.
3.  ${}^Y\text{Ac}$  обычно претерпевает  $\beta^-$ -распад, однако крайне редко возможно протекание  $\alpha$ -распада. Напишите уравнение  $\alpha$ -распада атома  ${}^Y\text{Ac}$ .
4. Определите объем образца актиния-228, если известно, что плотность актиния равна  $10,1 \text{ г/см}^3$ , а число исследованных атомов –  $1,11 \cdot 10^{10}$ .
5. Зная, что актиний является сильным восстановителем и для него характерна степень окисления  $+3$ , напишите уравнения реакций взаимодействия актиния с водой, хлором и соляной кислотой.
6. Актиний можно осадить из растворов в виде оксалата. Напишите указанную реакцию в сокращенном ионном виде. Определите массовую долю актиния в полученном осадке (расчеты проводить для актиния-228).

**(20 баллов)**

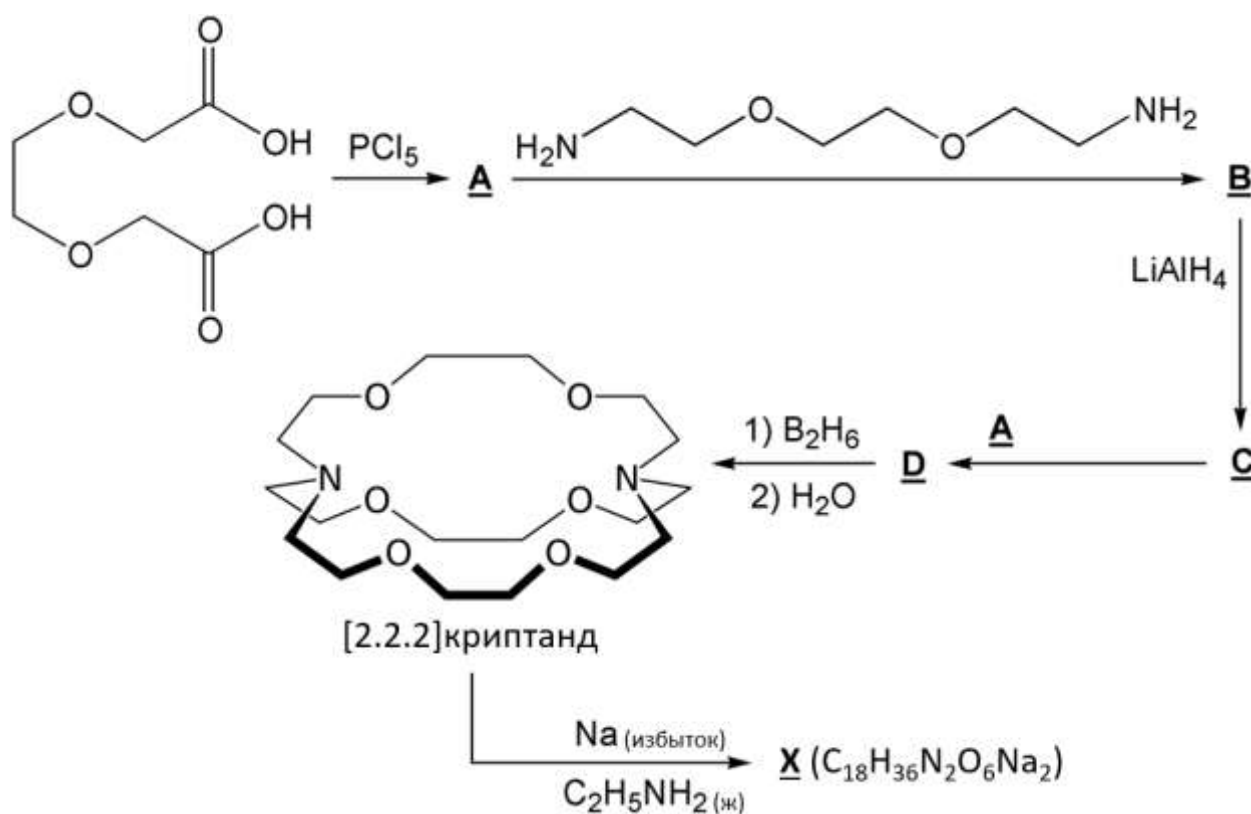
### Задача 2.

Алкалиды – это солеобразные химические соединения, содержащие в своём составе анионы щелочных металлов. Впервые получение соединений этого класса было описано в статье Д. Л. Дая “Crystalline salt of the sodium anion ( $\text{Na}^-$ )”, опубликованной в журнале Американского химического общества в 1974 году, после чего в этой области химии было сделано множество открытий.

Как правило, для получения алкалидов используют т.н. «криптанды» – би- и полициклические органические молекулы, образующие прочные комплексные

соединения с катионами щелочных металлов. Первый представитель этого класса соединений – [2.2.2]криптан – был получен в 1969 году Ж. М. Леном, за что последний в 1987 году удостоился Нобелевской премии по химии.

В цепочке ниже представлены одновременно первый путь синтеза [2.2.2]криптана и последующее его использование для получения первого из синтезированных алкалидов:



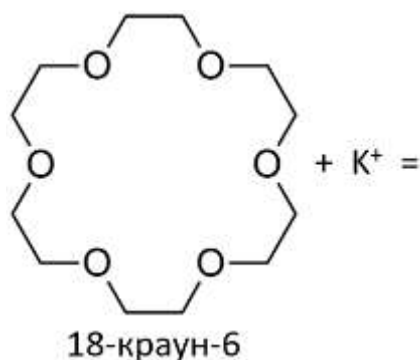
1. Установите структурные формулы веществ **A**, **B**, **C**, **D**, **X**. Для обозначения связей между комплексообразователем и донорными атомами лигандов используйте пунктирные линии.

2. В последней реакции для получения **X** в оригинальном исследовании используют избыток натрия. Показано, однако, что при проведении реакции в соотношении криптан : Na = 1 : 1 образуется другой продукт с брутто-формулой  $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{N}_2\text{O}_6\text{Na}$ , в котором в качестве анионов представлены частицы иного типа, обладающие единичным отрицательным зарядом и массой в 1836 раз меньше массы протона. Напишите уравнение реакции [2.2.2]криптана и металлического натрия, взятых в эквимольном соотношении.

3. Известно, что безводный кристаллический  $\text{GdI}_2$  обладает электропроводностью, обычно не характерной для соединений подобного типа. Исследование кристаллической решётки этого соединения позволило учёным выдвинуть гипотезу, согласно которой иодид  $\text{Gd}^{2+}$  является неорганическим

представителем того же класса соединений, к которым относится также продукт взаимодействия эквимольных количеств [2.2.2]криптана и металлического натрия, описанный в вопросе №2. Принимая во внимание то, что наиболее стабильная степень окисления гадолиния в соединениях – (+3), опишите возможную причину появления электропроводности у  $GdI_2$ .

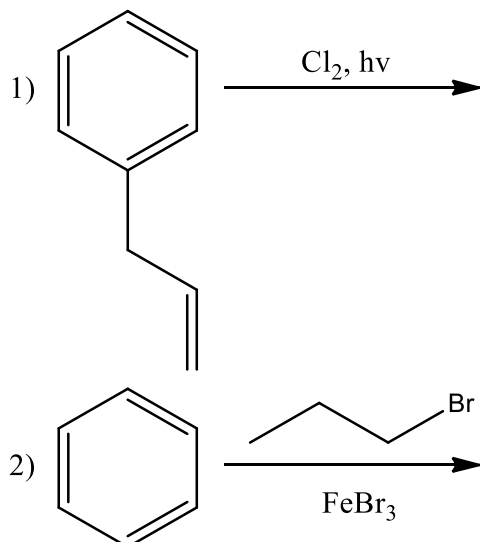
4. Ещё одним классом соединений, образующих прочные комплексы с катионами щелочных металлов, являются краун-эфиры – циклические простые эфиры, содержащие не менее четырёх гетероатомов (как правило, атомов кислорода), разделённых фрагментами  $-CH_2-CH_2-$ . При этом, изменяя длину цепи краун-эфира и, таким образом, размер его внутренней полости, можно подобрать молекулы, селективно связывающие необходимые катионы. К примеру, катионы  $K^+$  наилучшим образом связываются молекулой 18-краун-6. Напишите уравнение указанной реакции:

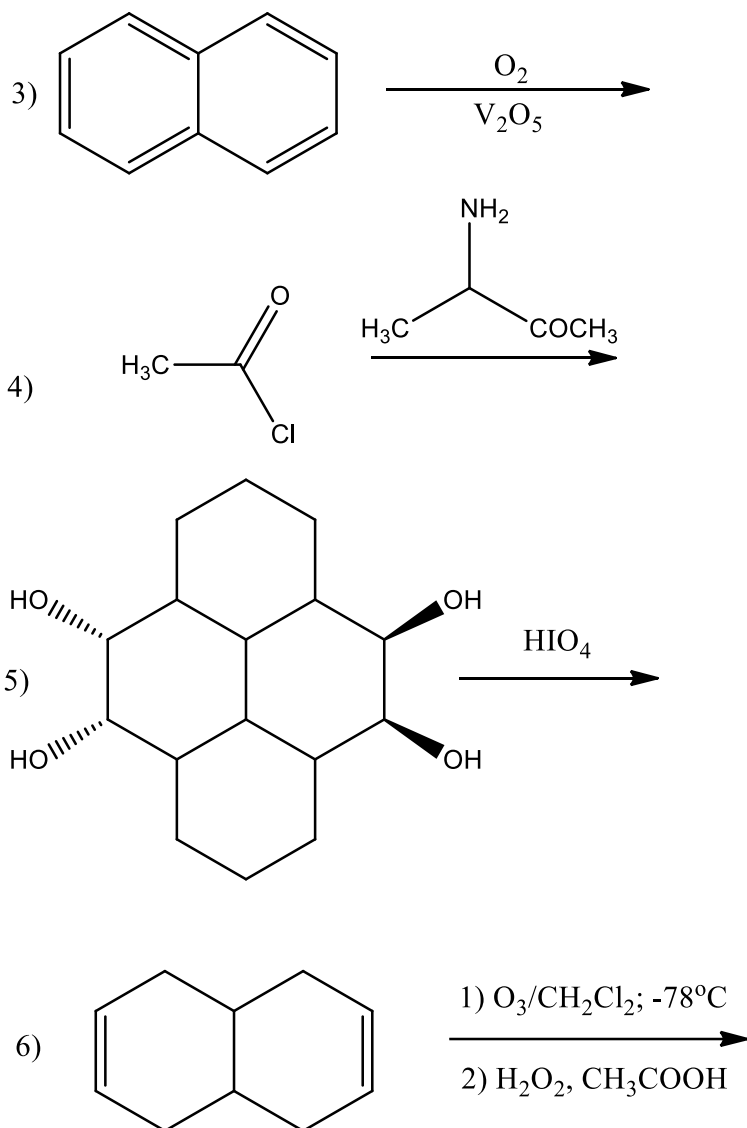


(24 балла)

### Задача 3.

Определите основные органические продукты, которые образуются в следующих реакциях:





(18 баллов)

**Задача 4.** На конкурсе «Лучший лаборант химического анализа» участники получили задание приготовить раствор, содержащий ионы щелочного металла, окрашивающего пламя в фиолетовый цвет, в концентрации 8,8 г/л, а также одинаковое количество молей двух типов анионов одной углеродсодержащей кислоты с массовой долей углерода в ней 19,35 %.

1. Что это за раствор? Рассчитайте молярную и нормальную концентрации анионов в данном растворе.
2. Какие навески безводных солей необходимо взять для приготовления 500 мл такого раствора?
3. Рассчитайте кислотность среды указанного раствора и рассчитайте его pH. Константы диссоциации кислоты равны  $4,5 \cdot 10^{-7}$  и  $4,8 \cdot 10^{-11}$ . Почему их две?

4. Далее к полученному раствору добавили 10 мл 1 М раствора NaOH. Почему рН этого раствора почти не изменилось? Изменится ли рН раствора после добавления к нему 10 мл 1 М HCl? Почему? Запишите уравнения реакций. Как называются такие растворы? Зачем их используют?

(20 баллов)

**Задача 5.** Массовые доли элемента X в двух его бинарных соединениях А и Б (газы при н.у.) отличаются в 1,25 раза.

1. Установите элемент X и составы А и Б. Приведите расчеты.
2. Процесс получения Б из А при постоянной температуре Т проводят в замкнутом сосуде при начальной массовой доле кислорода 25 %. Определите состав образовавшейся газовой смеси (в об. %), если она изначально состояла только из А и кислорода. Равновесный выход Б – 95 %.
3. Рассчитайте, как изменится давление реакционной смеси к моменту равновесия, и определите константу равновесия реакции при этом давлении ( $P_{\text{начал}} = 150$  кПа).
4. На основании данных, приведенных в таблице, для реакции  $A + O_2 \rightarrow B$  установите порядки по веществам и общий порядок реакции, а также константу скорости.

[A], М	[O <sub>2</sub> ], М	Начальная скорость
0,25	0,4	0,167
0,25	0,2	0,118
0,75	0,2	1,062

(20 баллов)



## Химия. 11 класс

4 вариант

Работа рассчитана на 235 минут.

**Все решения должны быть полными и обоснованными.**

### Задача 1

В 1898 году в урановой смоляной руде супругами Кюри был найден полоний. Полоний весьма редок. В равновесии с 1 граммом урана находится  $7,6 \cdot 10^{-11}$  грамма полония (0,064 мг полония на 1 т  $U_3O_8$ ).

Полоний с массовым числом **X** получается при облучении протонами металлического висмута-209 (в результате реакции помимо  ${}^X\text{Po}$  образуется один нейтрон) (реакция 1).

Полоний с массовым числом **Y** получается при  $\alpha$ -распаде радона-222 (реакция 2).

Полоний с массовым числом **Z** получается при  $\beta^-$ -распаде висмута-210 (реакция 3).

Полоний получил свое название в честь Польши, родины М. Склодовской-Кюри.

1. Напишите электронную конфигурацию атома полония.
2. Установите, каким массовым числам соответствуют **X**, **Y** и **Z**. Напишите уравнения ядерных реакций 1 – 3.
3.  ${}^Z\text{Po}$  – типичный  $\alpha$ -излучатель. Напишите уравнение  $\alpha$ -распада  ${}^Z\text{Po}$ .
4. Определите объем образца полония-210, если известно, что его плотность равна  $9,2 \text{ г/см}^3$ , а число исследованных атомов –  $3,31 \cdot 10^{10}$ .
5. Для полония характерны несколько степеней окисления. Напишите реакции взаимодействия полония с кислородом, хлором и бромом предположив, что полоний в продуктах реакции будет иметь степень окисления +4.
6. Полоний(IV) можно осадить из растворов в виде перхлората. Напишите указанную реакцию в сокращенном ионном виде. Определите массовую долю полония в полученном осадке (расчеты проводить для полония-210).

**(20 баллов)**

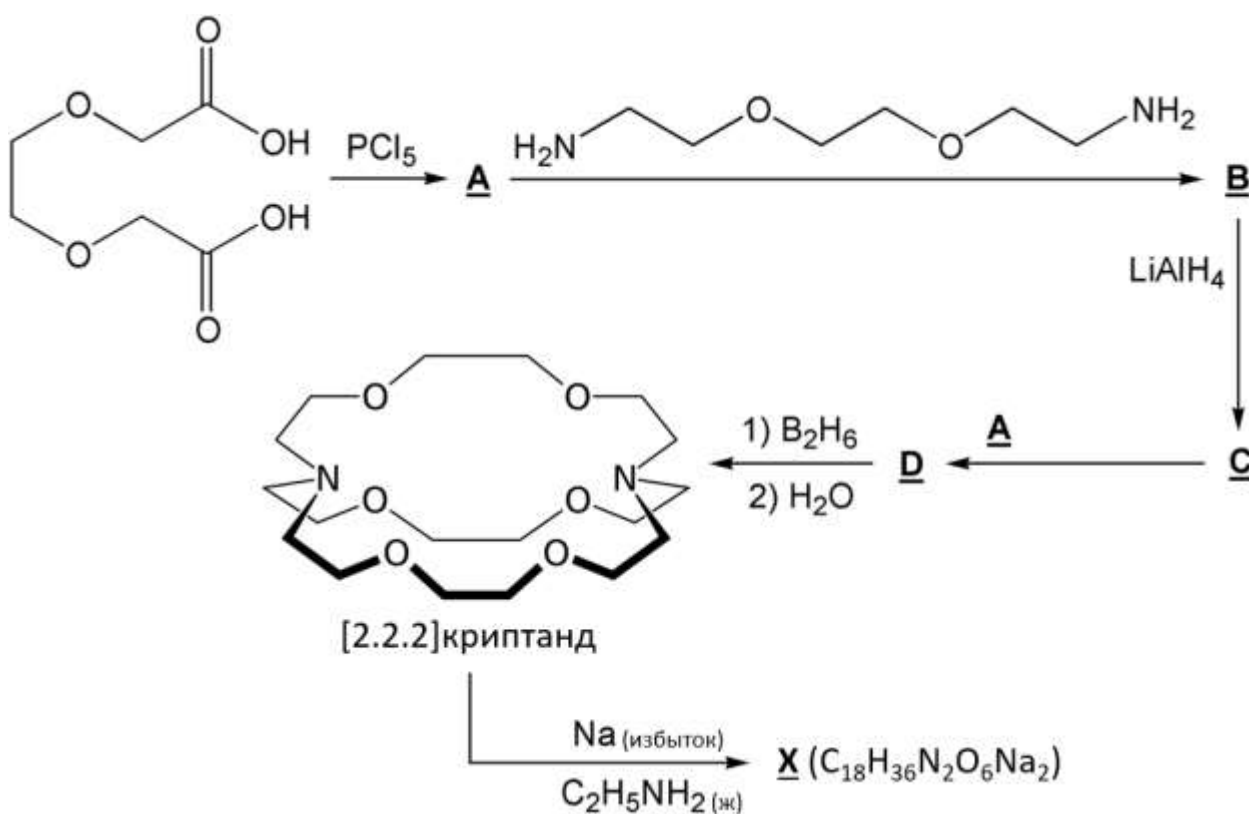
### Задача 2.

Алкалиды – это солеобразные химические соединения, содержащие в своём составе анионы щелочных металлов. Впервые получение соединений этого класса было описано в статье Д. Л. Дая “Crystalline salt of the sodium anion ( $\text{Na}^-$ )”,

опубликованной в журнале Американского химического общества в 1974 году, после чего в этой области химии было сделано множество открытий.

Как правило, для получения алкалидов используют т.н. «криптанды» – би- и полициклические органические молекулы, образующие прочные комплексные соединения с катионами щелочных металлов. Первый представитель этого класса соединений – [2.2.2]криптанд – был получен в 1969 году Ж. М. Леном, за что последний в 1987 году удостоился Нобелевской премии по химии.

В цепочке ниже представлены одновременно первый путь синтеза [2.2.2]криптана и последующее его использование для получения первого из синтезированных алкалидов:

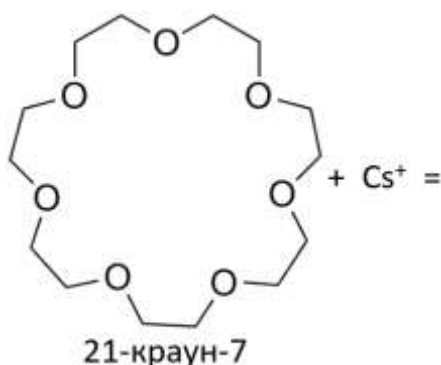


1. Установите структурные формулы веществ **A**, **B**, **C**, **D**, **X**. Для обозначения связей между комплексообразователем и донорными атомами лигандов используйте пунктирные линии.

2. В последней реакции для получения **X** в оригинальном исследовании используют избыток натрия. Показано, однако, что при проведении реакции в соотношении криптанд :  $\text{Na} = 1 : 1$  образуется другой продукт с брутто-формулой  $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{N}_2\text{O}_6\text{Na}$ , в котором в качестве анионов представлены частицы иного типа, обладающие единичным отрицательным зарядом и массой в 1836 раз меньше массы протона. Напишите уравнение реакции [2.2.2]криптана и металлического натрия, взятых в эквимольном соотношении.

3. Известно, что безводный кристаллический  $\text{PrI}_2$  обладает электропроводностью, обычно не характерной для соединений подобного типа. Исследование кристаллической решётки этого соединения позволило учёным выдвинуть гипотезу, согласно которой иодид  $\text{Pr}^{2+}$  является неорганическим представителем того же класса соединений, к которым относится также продукт взаимодействия эквимольных количеств [2.2.2]криптана и металлического натрия, описанный в вопросе №2. Принимая во внимание то, что наиболее стабильная степень окисления празеодима в соединениях – (+3), опишите возможную причину появления электропроводности у  $\text{PrI}_2$ .

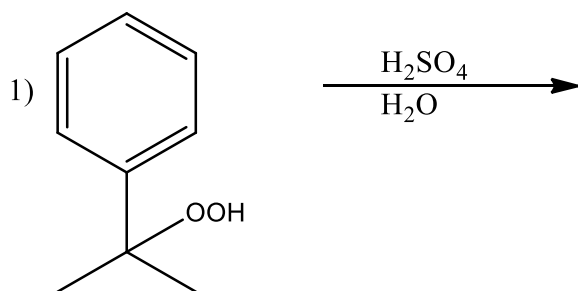
4. Ещё одним классом соединений, образующих прочные комплексы с катионами щелочных металлов, являются краун-эфиры – циклические простые эфиры, содержащие не менее четырёх гетероатомов (как правило, атомов кислорода), разделённых фрагментами  $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ . При этом, изменяя длину цепи краун-эфира и, таким образом, размер его внутренней полости, можно подобрать молекулы, селективно связывающие необходимые катионы. К примеру, катионы  $\text{Cs}^+$  наилучшим образом связываются молекулой 21-краун-7. Напишите уравнение указанной реакции:

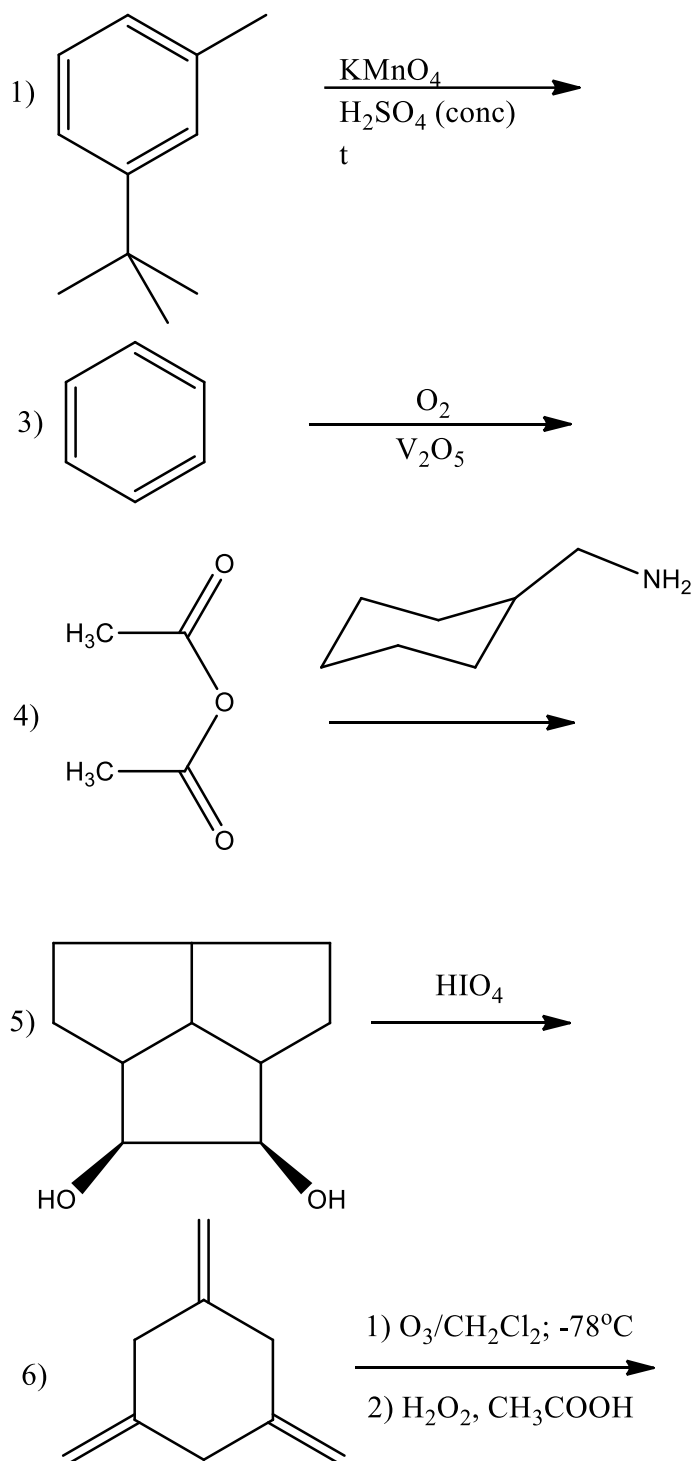


(24 балла)

### Задача 3.

Определите основные органические продукты, которые образуются в следующих реакциях:





(18 баллов)

**Задача 4.** В соцсетях можно встретить рекомендации «диванных врачей» принимать раствор довольно доступной в быту соли А, кислородсодержащей кислоты Б. По их мнению, такой метод лечения способствует «обновлению структуры крови, борется с камнеобразованием в почках, отложением солей и холестериновых бляшек». Установите, что это за соединение, если известно, что оно окрашивает пламя горелки

в желтый цвет, массовая доля кислорода в нем составляет 57,14 %, а его тривиальное название дало имя входящему в его состав катиону в некоторых европейских языках.

1. Установите вещества А и Б.
2. Для приготовления раствора, указывают «медики», следует растворить чайную ложку А в половине стакана воды. Определите молярную и нормальную концентрации данного раствора, если масса безводной соли в ложке 5 г, а полстакана воды – это 100 мл. Влиянием массы соли на объем раствора пренебрегите.
3. Определите кислотность среды указанного раствора и рассчитайте его рН. Константы диссоциации кислоты Б равны  $K_I = 4,5 \cdot 10^{-7}$ ,  $K_{II} = 4,8 \cdot 10^{-11}$ .
4. Определите кислотность среды и рассчитайте значение рН в растворе такой же концентрации соли В, имеющей такой же количественный и качественный состав, что и А за исключением анионообразующего элемента. Массовая доля кислорода в В равна 46,15 %. Объясните причину различий. Для расчета используйте следующие константы диссоциации:  $K_I = 1,3 \cdot 10^{-2}$ ,  $K_{II} = 6,3 \cdot 10^{-6}$ .
5. Что будет, если смешать растворы А и В?

**Задача 5.** Массовые доли элемента X в двух оксидах А и Б (газы при н.у.) различаются в 1,25 раза. А переходит в Б в ходе каталитического окисления при постоянной температуре Т в замкнутом сосуде.

1. Установите элемент X и составы А и Б. Приведите расчеты.
2. Определите состав образовавшейся газовой смеси (в об. %), если исходная смесь содержит стехиометрические количества А и кислорода, а выход продукта равен 92 (мол.) %. Как изменится давление в сосуде в момент равновесия? Рассчитайте константу равновесия реакции, если начальное  $P = 101,3$  кПа. Как увеличить выход Б?
3. Заполните пустые места в таблице, характеризующей кинетику реакции  $A + O_2 \rightarrow B$ , если порядок по А равен 1,5, а по кислороду 0,5. Вычислите константу скорости.

[A], М	[O <sub>2</sub> ], М	Начальная скорость
0,25	0,4	
0,25	0,2	0,118
0,50		0,409
0,75	0,2	