

**Материалы заданий отборочного и заключительного этапов, критерии  
определения победителей и призеров  
Межрегиональной химической олимпиады школьников имени  
академика П.Д. Саркисова за 2020/21 учебный год**

**Отборочный этап Межрегиональной химической олимпиады  
школьников имени академика П.Д. Саркисова**

**9 класс**

**Задание №1.** Однозарядный ион элемента имеет конфигурацию внешнего электронного слоя  $2s^22p^6$ . Определите, какой это элемент.

1. литий
2. фтор
3. неон
4. кислорода

**Задание №2.** Укажите количество нуклонов в ядре атома оганесона.

1. 118
2. 176
3. 294
4. 412

**Задание №3.** Элемент Э образует соединения следующего состава:  $\text{Э}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ЭХО}_3$ ,  $\text{ЭН}_3$ . Определите, какой из указанных элементов является элементом Э.

1. фосфор
2. калий
3. углерод
4. алюминий

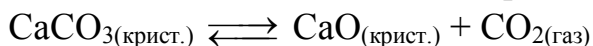
**Задание №4.** Из предложенного перечня выберите вещество немолекулярного строения с ковалентной полярной связью.

1.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
2.  $\text{CCl}_4$
3.  $\text{S}_8$
4.  $\text{CaO}$

**Задание №5.** Определите, какая реакция протекает с меньшей скоростью, чем взаимодействие цинка с раствором уксусной кислоты.

1. взаимодействие магния с раствором уксусной кислоты
2. взаимодействие цинка с соляной кислотой
3. взаимодействие магния с соляной кислотой
4. взаимодействие свинца с раствором уксусной кислоты

**Задание №6.** Для смещения вправо химического равновесия реакции:



необходимо

1. повысить давление
2. понизить давление

3. повысить концентрацию  $\text{CO}_2$
4. добавить  $\text{NaCl}$

**Задание №7.** Из предложенного перечня выберите вещества, которые являются сильными электролитами.

Варианты ответа:

1.  $\text{H}_2\text{S}$
2.  $\text{H}_2\text{SO}_3$
3.  $\text{H}_2\text{SO}_4$
4.  $\text{H}_2\text{CO}_3$
5.  $\text{HNO}_3$
6.  $\text{HCl}$

**Задание №8.** Из предложенного перечня выберите электролит, в растворе которого количество вещества катионов в два раза превышает количество вещества анионов.

Варианты ответа:

1.  $\text{H}_2\text{SO}_4$
2.  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$
3.  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
4.  $\text{HNO}_3$

**Задание №9.** Из предложенного перечня выберите группы ионов, которые не могут одновременно присутствовать в растворе

1.  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$
2.  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{OH}^-$
3.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Li}^+$
4.  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Br}^-$
5.  $\text{H}^+$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$

**Задание №10.** В пробирке смешали растворы веществ X и Y. В результате произошла реакция, которую описывает сокращённое ионное уравнение  $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$ .

Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанную реакцию.

1. фосфат натрия
2. кремниевая кислота
3. серная кислота
4. гидроксид бария
5. гидроксид натрия

**Задание №11.** Укажите, в составе какого из веществ элемент третьего периода проявляет свою высшую степень окисления.

1.  $\text{HClO}$
2.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

3.  $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$
4.  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$

**Задание №12.** Определите вещества X и Y, которые вступили в реакцию, если в результате образовались следующие вещества (указаны все продукты без коэффициентов):



1.  $\text{CuNO}_3$
2.  $\text{KI}$
3.  $\text{Cu}(\text{OH})_2$
4.  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
5.  $\text{KNO}_2$

**Задание №13.** Из предложенного перечня выберите вещества, которые являются продуктами реакции,



1.  $\text{NaCl}$
2.  $\text{H}_3\text{PO}_4$
3.  $\text{NaClO}_3$
4.  $\text{HCl}$
5.  $\text{H}_2\text{O}$
6.  $\text{Na}_3\text{PO}_4$

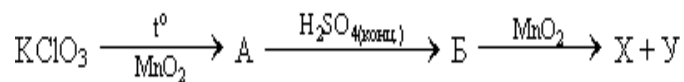
**Задание №14.** Из предложенного перечня выберите вещества, которые образуются при взаимодействии гранул железа с концентрированной серной кислотой при нагревании.

1.  $\text{FeS}$
2.  $\text{SO}_3$
3.  $\text{FeSO}_4$
4.  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
5.  $\text{SO}_2$
6.  $\text{H}_2\text{O}$
7.  $\text{H}_2$

**Задание №15.** Из предложенного перечня выберите вещества, которые образуются при термическом разложении нитрата меди(II).

1.  $\text{CuO}$
2.  $\text{NO}_2$
3.  $\text{Cu}(\text{NO}_2)_2$
4.  $\text{NO}$
5.  $\text{N}_2\text{O}$
6.  $\text{O}_2$

**Задание №16.** Укажите соединение хлора Б, которое является конечным продуктом следующей цепочки химических превращений:



Варианты ответа:

1. KCl
2. KClO<sub>4</sub>
3. HCl
4. Cl<sub>2</sub>
5. HClO<sub>4</sub>

**Задание №17.** Определите продукты реакции, протекающей при действии избытка водного раствора гидроксида натрия на раствор нитрата алюминия.

1. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
2. Al(OH)<sub>3</sub>
3. NaAlO<sub>2</sub>
4. Na[Al(OH)<sub>4</sub>]
5. H<sub>2</sub>O
6. NaNO<sub>3</sub>

**Задание №18.** Укажите признак качественной реакции, используемой для обнаружения хлорид-ионов.

1. образование белого осадка
2. образование желтого осадка
3. выделение бесцветного газа
4. выделение бурого газа

**Задание №19.** Какое из веществ можно использовать для поглощения избытка углекислого газа из воздуха плохо вентилируемых помещений?

1. хлорид натрия
2. оксид кальция
3. оксид кремния
4. серную кислоту

**Задание №20.** Принимая во внимание сильное разрушающее действие на стекло кислоты, образованной этим элементом, Ампер предложил назвать этот элемент именно так, от греческого «разрушение, гибель, мор, чума». Название оправдалось, поскольку при попытке получить соответствующее простое вещество многие ученые получили тяжелые отравления. Тем не менее, в настоящее время соединения этого элемента широко применяются в медицине и в быту. Укажите название этого элемента.

1. хлор
2. азот
3. фтор
4. селен

**Задание №21.** Рассчитайте, на сколько градусов нагреется раствор, если к 200 г бромоводородной кислоты с  $w(\text{HBr}) = 32,4\%$  прилить 300 г раствора гидроксида калия с  $w(\text{KOH}) = 11,2\%$ . Тепловой эффект реакции нейтрализации равен 56 кДж/моль, теплоемкость раствора составляет 4200 Дж/кг·К. В ответе приведите число с точностью до целых.

**Задание №22.** Скорость химической реакции при понижении температуры от 333К до 293К уменьшилась в 64 раза. Определите, чему равен температурный коэффициент скорости.

**Задание №23.** При нормальных условиях в одном объеме воды растворяется 480 объемов хлороводорода. Рассчитайте массовую долю  $\text{HCl}$  в насыщенном растворе.

1. 25,7%
2. 43,9 %
3. 48,0 %
4. 99,8 %

**Задание №24.** Какая масса оксида железа(II) вступила в реакцию с концентрированным раствором серной кислоты, если в результате образовалось 80 г соли?

1. 7,2 г
2. 28,8 г
3. 37,9 г
4. 75,8 г

**Задание №25.** Определите, в какой массе оксида углерода(IV) содержится  $6,6 \cdot 10^{25}$  электронов. Ответ приведите в виде целого числа.

**Задание №26.** При обжиге сфалеритового концентрата реакция протекает по схеме:  $\text{ZnS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{ZnO} + \text{SO}_2$ . Определите, сколько литров воздуха затрачивается на обжиг 300 г сфалеритового концентрата, содержащего 97%  $\text{ZnS}$ . Считать, что воздух содержит 21 % кислорода. Ответ приведите в виде целого числа.

**Задание №27.** Рассчитайте массовую долю растворенного вещества в растворе, полученном при растворении в 250 мл воды 6,2 г оксида натрия.

1. 3,12 %
2. 1,56 %
3. 2,42 %
4. 2,48 %

**Задание №28.** Порошки магния массой 12,0 г и серы массой 12,0 г перемешали и нагрели без доступа кислорода. После завершения реакции к

полученной смеси добавили избыток соляной кислоты. Вычислите массу смеси выделившихся газов.

1. 11,20 г
2. 12,00 г
3. 12,75 г
4. 13,00 г

**Задание №29.** Составьте уравнение реакции, протекающей при сливании водных растворов нитрата магния и карбоната калия. В ответе приведите сумму коэффициентов этого уравнения.

**Задание №30.** Составьте уравнение реакции, протекающей при обработке иодида железа(II) концентрированной азотной кислотой. В ходе этой реакции выделяется бурый газ и образуется простое вещество. В ответе приведите сумму коэффициентов этого уравнения.

## 10 класс

**Задание №1.** Однозарядный ион элемента имеет конфигурацию внешнего электронного  $3s^23p^6$ . Определите, какой это элемент.

1. сера
2. натрий
3. аргон
4. хлор

**Задание №2.** Укажите количество нуклонов в ядре атома московия.

1. 115
2. 173
3. 288
4. 403

**Задание №3.** Элемент Э образует соединения следующего состава:  $Э_2O_7$ ,  $ЭO_2$ ,  $ЭCl_2$ . Определите, какой из указанных элементов является элементом Э.

1. хром
2. марганец
3. сера
4. фтор

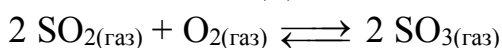
**Задание №4.** Из предложенного перечня выберите вещество с ионной кристаллической решёткой, в котором присутствует ковалентная неполярная связь.

1. сульфат аммония
2. гидроксид кальция
3. азотная кислота
4. пероксид натрия

**Задание №5.** Определите, какая реакция протекает с большей скоростью, чем взаимодействие цинка с раствором соляной кислоты.

1. взаимодействие растворов гидроксида натрия и уксусной кислоты
2. взаимодействие свинца с соляной кислотой
3. взаимодействие цинка с раствором фтороводородной кислоты
4. взаимодействие свинца с раствором уксусной кислоты

**Задание №6.** Для смещения вправо химического равновесия реакции:



необходимо

1. повысить концентрацию  $\text{SO}_3$
2. понизить концентрацию  $\text{SO}_2$
3. понизить давление
4. повысить давление



**Задание №7.** Из предложенного перечня выберите вещества, которые являются слабыми электролитами.

Варианты ответа:

1.  $\text{H}_2\text{S}$
2.  $\text{NH}_4\text{OH}$
3.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$
4.  $\text{H}_2\text{CO}_3$
5.  $\text{HNO}_3$
6.  $\text{HNO}_2$

**Задание №8.** Из предложенного перечня выберите электролит, в растворе которого количество вещества анионов в полтора раза превышает количество вещества катионов.

Варианты ответа:

1.  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
2.  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$
3.  $\text{H}_2\text{SO}_3$
4.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_2$

**Задание №9.** Из предложенного перечня выберите группы ионов, которые могут одновременно присутствовать в растворе

1.  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$
2.  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{CO}_3^-$ ,  $\text{OH}^-$
3.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$
4.  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Br}^-$
5.  $\text{H}^+$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$

**Задание №10.** В пробирке смешали вещества X и Y. В результате реакции наблюдали растворение твёрдого вещества без выделения газа. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанную реакцию.

1. карбонат магния
2. гидроксид натрия
3. сульфат бария
4. азотная кислота
5. оксид железа(III)

**Задание №11.** Укажите, в составе какого из веществ элемент четвертого периода проявляет свою высшую степень окисления.

1.  $\text{Ti}_2(\text{SO}_4)_3$
2.  $\text{NaCrO}_2$
3.  $\text{VOCl}_2$
4.  $\text{Ca}(\text{MnO}_4)_2$

**Задание №12.** Определите вещества X и Y, которые вступили в реакцию, если в результате образовались следующие вещества (указаны все продукты без коэффициентов):



1. NaOH
2. Na<sub>2</sub>O
3. HBr
4. HBrO<sub>3</sub>
5. Br<sub>2</sub>

**Задание №13.** Из предложенного перечня выберите вещества, которые являются продуктами реакции,



1. NaHCO<sub>3</sub>
2. HCl
3. Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
4. CO<sub>2</sub>
5. H<sub>2</sub>O
6. NaCl

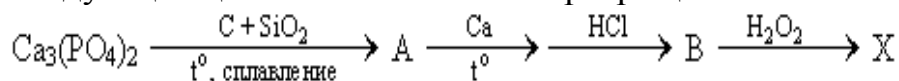
**Задание №14.** Из предложенного перечня выберите вещества, которые образуются при взаимодействии порошка магния с концентрированной серной кислотой.

1. MgS
2. H<sub>2</sub>S
3. MgSO<sub>4</sub>
4. MgSO<sub>3</sub>
5. SO<sub>3</sub>
6. H<sub>2</sub>O
7. H<sub>2</sub>

**Задание №15.** Из предложенного перечня выберите вещества, которые образуются при термическом разложении карбоната аммония.

1. H<sub>2</sub>O
2. NH<sub>3</sub>
3. N<sub>2</sub>
4. H<sub>2</sub>
5. N<sub>2</sub>O
6. CO<sub>2</sub>

**Задание №16.** Укажите соединение фосфора В, которое является конечным продуктом следующей цепочки химических превращений:



Варианты ответа:

1.  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
2.  $\text{PH}_3$
3.  $\text{H}_3\text{PO}_3$
4.  $\text{H}_3\text{PO}_4$
5.  $\text{PCl}_3$

**Задание №17.** Определите продукты реакции, протекающей при действии избытка водного раствора гидроксида калия на раствор сульфата алюминия.

1.  $\text{Al}_2\text{O}_3$
2.  $\text{Al}(\text{OH})_3$
3.  $\text{KAlO}_2$
4.  $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$
5.  $\text{H}_2\text{O}$
6.  $\text{K}_2\text{SO}_4$

**Задание №18.** Укажите признак качественной реакции, используемой для обнаружения сульфат-ионов.

1. образование белого осадка
2. образование желтого осадка
3. выделение бесцветного газа
4. выделение бурого газа

**Задание №19.** Какое из веществ используют в коробке противогаза для адсорбции токсичных газов?

1. аммиачную селитру
2. активированный уголь
3. каустическую соду
4. жженый гипс

**Задание №20.** Свое название эта смесь веществ получила за уникальное свойство растворять «царя металлов» - золото. В латинских текстах еще задолго до выделения компонентов этой смеси в чистом виде был изложен способ ее получения. Способ заключался в перегонке смеси селитры, медного купороса, квасцов и нашатыря в стеклянном сосуде. Известно, что одним из компонентов этой смеси является соляная кислота. Укажите второй компонент смеси.

1. нитрат меди(II)
2. азотная кислота
3. хлорид натрия
4. хлорат калия

**Задание №21.** Рассчитайте, на сколько градусов нагреется раствор, если к 600 г иодоводородной кислоты с  $w(\text{HI}) = 28\%$  прилить 400 г раствора гидроксида натрия с  $w(\text{NaOH}) = 9\%$ . Тепловой эффект реакции

нейтрализации равен 56 кДж/моль, теплоемкость раствора составляет 4200 Дж/кг·К. В ответе приведите число с точностью до целых.

**Задание №22.** Скорость химической реакции при понижении температуры от 333К до 293К уменьшилась в 64 раза. Определите, чему равен температурный коэффициент скорости.

**Задание №23.** При нормальных условиях в одном объеме воды растворяется 230 объемов иодоводорода. Рассчитайте массовую долю HI в насыщенном растворе.

1. 48,5 %
2. 56,8 %
3. 68,5 %
4. 99,6 %

**Задание №24.** Какая масса оксида железа(II) вступила в реакцию с концентрированным раствором азотной кислоты, если в результате образовалось 2,42 г соли?

1. 0,72 г
2. 0,97 г
3. 0,64 г
4. 0,48 г

**Задание №25.** Определите, в какой массе метана содержится  $1,8 \cdot 10^{26}$  электронов. Ответ приведите в виде целого числа.

**Задание №26.** При обжиге сфалеритового концентрата реакция протекает по схеме:  $ZnS + O_2 \rightarrow ZnO + SO_2$ . Определите, сколько литров воздуха затрачивается на обжиг 600 г сфалеритового концентрата, содержащего 97% ZnS. Считать, что воздух содержит 21 % кислорода. Ответ приведите в виде целого числа.

**Задание №27.** Рассчитайте массовую долю растворенного вещества в растворе, полученном при растворении в 160 мл воды 3 г оксида лития.

1. 2,94 %
2. 1,47 %
3. 1,89 %
4. 1,84 %

**Задание №28.** Порошки магния массой 36 г и серы массой 36 г перемешали и нагрели без доступа кислорода. После завершения реакции к полученной смеси добавили избыток соляной кислоты. Вычислите массу смеси выделившихся газов.

1. 31,20 г
2. 35,5 г

3. 38,3 г

4. 39,0 г

**Задание №29.** Составьте уравнение реакции, протекающей при сливании водных растворов сульфата меди(II) и карбоната натрия. В ответе приведите сумму коэффициентов этого уравнения.

**Задание №30.** Составьте уравнение реакции, протекающей при обработке иодида меди(I) концентрированной азотной кислотой. В ходе этой реакции выделяется бурый газ и образуется простое вещество. В ответе приведите сумму коэффициентов этого уравнения.

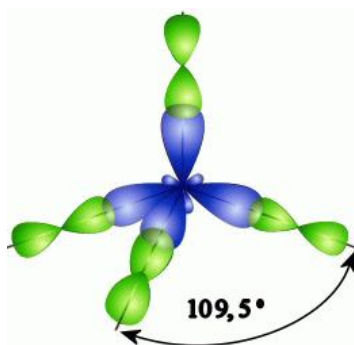
## 11 класс

**Задание №1.** Определите порядковый номер химического элемента, электронная конфигурация которого заканчивается  $3d^{10}4s^1$ . Ответ приведите в виде целого числа.

**Задание №2.** Из предложенного перечня выберите все молекулы, в которых присутствует ковалентная неполярная связь.

1.  $NH_3$
2.  $H_2$
3.  $KF$
4.  $H_2S$
5.  $C_3H_8$
6.  $CO$
7.  $CO_2$
8.  $Cl_2$

**Задание №3.** На рисунке представлено перекрывание орбиталей при образовании молекулы



1.  $CH_4$
2.  $CH_3Cl$
3.  $CH_2Cl_2$
4.  $CHCl_3$
5.  $CCl_4$

**Задание №4.** Из предложенного перечня выберите все молекулы, являющиеся полярными.

1.  $N_2$
2.  $H_2S$
3.  $CCl_4$
4.  $NH_3$
5.  $CO$
6.  $CO_2$

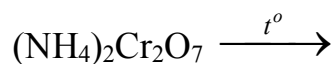
**Задание №5.** Модель какой из молекул приведена на рисунке?



Варианты ответа:

1. BeH<sub>2</sub>
2. BeCl<sub>2</sub>
3. H<sub>2</sub>S
4. CO<sub>2</sub>
5. PCl<sub>3</sub>

**Задание №6.** Укажите **все продукты** окислительно-восстановительной реакции:



Варианты ответа:

1. NH<sub>3</sub>
2. N<sub>2</sub>
3. NO<sub>2</sub>
4. NO
5. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
6. CrO<sub>3</sub>
7. H<sub>2</sub>O

**Задание №7.** Определите продукты реакции пероксида водорода с перманганатом калия в нейтральной среде.

Варианты ответа:

1. H<sub>2</sub>O
2. O<sub>2</sub>
3. Mn(OH)<sub>2</sub>
4. MnO<sub>2</sub>
5. MnO<sub>3</sub>
6. Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>
7. K<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub>
8. KOH
9. H<sub>2</sub>

**Задание №8.** Укажите формулы всех солей, которые подвергаются гидролизу по аниону.

1. NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>
2. Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
3. RbNO<sub>3</sub>

4.  $\text{CaCl}_2$
5.  $\text{K}_2\text{HPO}_4$
6.  $\text{ZnSO}_4$

**Задание №9.** Определите продукты реакции, протекающей при сливании водных растворов хлорида алюминия и сульфида калия

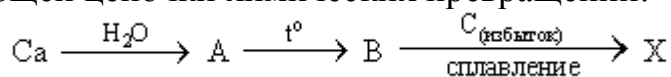
1. S
2.  $\text{H}_2\text{S}$
3.  $\text{Al}_2\text{S}_3$
4.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
5.  $\text{Al}(\text{OH})_3$
6.  $\text{SO}_2$
7. KCl

**Задание №10.** Из предложенного перечня выберите вещества, которые являются продуктами реакции, схема которой



1. FeO
2.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$
3.  $\text{Fe}(\text{OH})_2$
4.  $\text{Fe}(\text{OH})_3$
5.  $\text{FeCl}_2$
6.  $\text{FeCl}_3$
7. HClO
8.  $\text{Cl}_2$
9.  $\text{H}_2\text{O}$

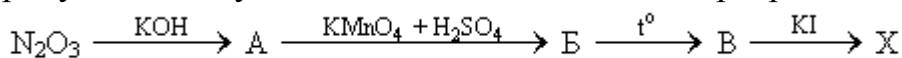
**Задание №11.** Укажите соединение кальция X, которое является конечным продуктом следующей цепочки химических превращений:



Варианты ответа:

1. Ca
2.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$
3.  $\text{CaCO}_3$
4.  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
5.  $\text{CaC}_2$

**Задание №12.** Укажите соединение азота X, которое является конечным продуктом следующей цепочки химических превращений:



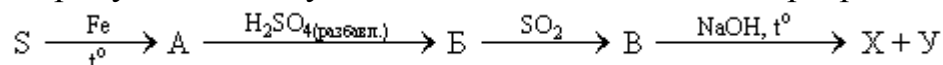
Варианты ответа:

1. NO
2.  $\text{NO}_2$



3.  $\text{KNO}_2$
4.  $\text{KNO}_3$
5.  $\text{N}_2$
6.  $\text{N}_2\text{O}$

**Задание №13.** Укажите соединения серы X и Y, которые являются конечными продуктами следующей цепочки химических превращений:



Варианты ответа:

1.  $\text{H}_2\text{S}$
2.  $\text{SO}_2$
3. S
4.  $\text{Na}_2\text{S}$
5.  $\text{Na}_2\text{SO}_3$
6.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
7.  $\text{H}_2\text{SO}_4$

**Задание №14.** Из предложенного перечня выберите вещества, которые являются изомерами пентена-2.

Варианты ответа:

1. 2-метилбутен-2
2. метилциклобутан
3. циклопентен
4. пентадиен-1,3
5. пентан
6. 2,2,-диметилбутан

**Задание №15.** Укажите число пи-связей в молекуле стирола.

**Задание №16.** Из предложенного перечня выберите все вещества, содержащие в своем составе карбоксильную группу

1. фенол
2. анилин
3. серин
4. пикриновая кислота
5. дихлоруксусная кислота
6. ацетилсалициловая кислота

**Задание №17.** Укажите все реакции, в результате которых образуется этан

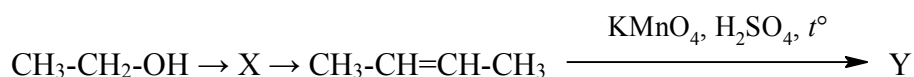
1. гидрирование ацетилена
2. гидратация этилена
3. взаимодействие хлорэтана с гидроксидом калия
4. взаимодействие иодметана с натрием
5. сплавление ацетата натрия с гидроксидом натрия

6. электролиз водного раствора ацетата калия

**Задание №18.** Из предложенного перечня веществ выберите те вещества, которые могут быть продуктами взаимодействия этанола с концентрированной серной кислотой при нагревании.

1. этилацетат
2. этилен
3. этаналь
4. диэтиловый эфир
5. ацетилен

**Задание №19.** Задана следующая схема превращений веществ:



Укажите вещества X и Y.

1. этаналь
2. этилен
3. бутанол-1
4. этановая кислота
5. бутадиен-1,3

**Задание №20.** Из предложенного перечня выберите вещества, которые являются продуктами реакции, протекающей по схеме:



Варианты ответа:

1.  $\text{Mn}(\text{OH})_2$
2.  $\text{MnO}_2$
3.  $\text{K}_2\text{MnO}_4$
4. KOH
5.  $\text{CO}_2$
6.  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$
7.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$
8.  $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{OH})\text{-CH}_2(\text{OH})$
9.  $\text{H}_2\text{O}$

**Задание №21.** Из предложенного перечня веществ выберите три вещества, которые относятся к первичным аминам:

1. дифениламин
2. Изобутиламин
3. Триметиламин
4. 2-аминопентан
5. Метилпропиламин
6. анилин

**Задание №22.** Из предложенного перечня выберите все вещества, которые вступают в реакцию с аммиачным раствором оксида серебра

Варианты ответа:

1. фруктоза
2. ацетон
3. рибоза
4. глюкоза
5. муравьиная кислота
6. уксусная кислота

**Задание №23.** Составьте уравнение реакции окисления диметилацетиленом перманганатом калия в среде серной кислоты. В ответе приведите сумму коэффициентов этого уравнения.

**Задание №24.** Массовые доли натрия, серы и кислорода в соединении составляют 29,11%, 40,51%, 30,38% соответственно. Рассчитайте молярную массу (в г/моль) этого соединения. Ответ приведите в виде целого числа без указания размерности.

**Задание №25.** Плотность газообразного оксида химического элемента совпадает с плотностью азота. Определите порядковый номер этого химического элемента. Ответ приведите в виде целого числа.

**Задание №26.** В 1 л 22 масс.% раствора аммиака (плотность 0,916 г/мл) растворили 221,2 л (н.у.) аммиака. Рассчитайте массовую долю (в %) аммиака в полученном растворе. Ответ приведите в виде целого числа без указания размерности.

**Задание №27.** Смешали 125 мл 20 %-ного раствора хлорида кальция (плотность 1,18 г/мл) и 50 мл 5 %-ного раствора (плотность 1,05 г/мл) этой соли. Рассчитайте массовую долю (в %)  $\text{CaCl}_2$  в полученном растворе. Ответ введите целым числом без указания размерности.

**Задание №28.** При сгорании 0,2 моль углеводорода образуется 0,8 моль  $\text{CO}_2$  и 0,8 моль  $\text{H}_2\text{O}$ . Определите, какой это углеводород.

1. метилциклопропан
2. метилциклобутан
3. метилпропан
4. метилбутан

**Задание №29.** При взаимодействии натрия с 33,4 г смеси фенола и предельного одноатомного спирта выделяется 5,6 л (н.у.) газа, при обработке того же количества смеси избытком бромной воды выпадает 33,1 г осадка. Определите одноатомный спирт.

**Задание №30.** Смесь хлората калия и нитрата калия общей массой 89,3 г нагрели в присутствии катализатора  $MnO_2$  до полного разложения. Выделившийся газ пропустили через трубку с нагретой медью. Для растворения полученного оксида меди потребовалось 708 мл раствора серной кислоты с массовой долей 19,6% и плотностью 1,13 г/мл. Определите массовую долю (%) хлората калия в исходной смеси.

Варианты ответа:

1. 39,2
2. 41,8
3. 44,5
4. 49,1
5. 54,9

**Заключительный этап Межрегиональной химической олимпиады  
школьников имени академика П.Д. Саркисова**

**9 класс**

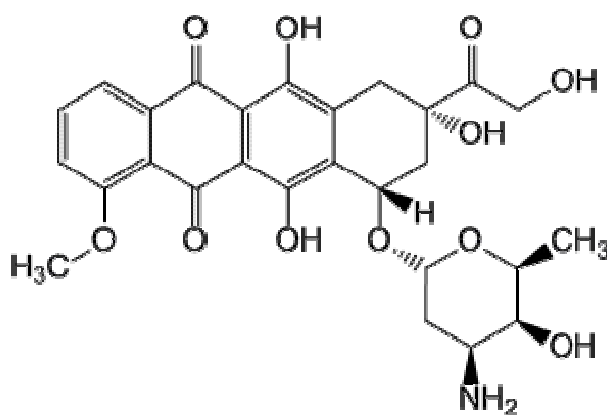
**Задание №1**

При растворении вещества в воде образовался раствор, в котором массовая доля аниона в два раза больше массовой доли катиона. Определите формулу этого вещества и приведите уравнение его электролитической диссоциации в водном растворе.

*Максимальное количество баллов за задание – 8 баллов.*

**Задание №2**

Доксорубицин – вещество, относящееся к группе антрациклиновых антибиотиков, имеет следующую структурную формулу:



Этот антибиотик обладает противоопухолевой активностью и применяется в химиотерапии злокачественных опухолей. Воздействует на опухоль на клеточном уровне, нарушая цепочку ДНК и РНК, в результате чего злокачественные клетки погибают. Оказывает антипролиферативное (подавляет разрастание тканей) и антимиотическое (тормозит деление клеток) действие. Доксорубицин эффективен против большого количества различных злокачественных новообразований. Это вещество имеет изумительный алый цвет, за что этот препарат называют «красная химиотерапия».

Используя приведенную структурную формулу, запишите молекулярную формулу доксорубицина и рассчитайте его элементный состав (в мас.%).

*Максимальное количество баллов за задание – 10 баллов.*

**Задание №3**

На рисунке изображен прибор, предназначенный для получения в лабораторных условиях белильной извести. Когда открывают кран капельной воронки, в колбе Вюрца начинается реакция с образованием желто-зеленого газа. Этот газ пропускают сначала через промывную склянку с водой, а затем

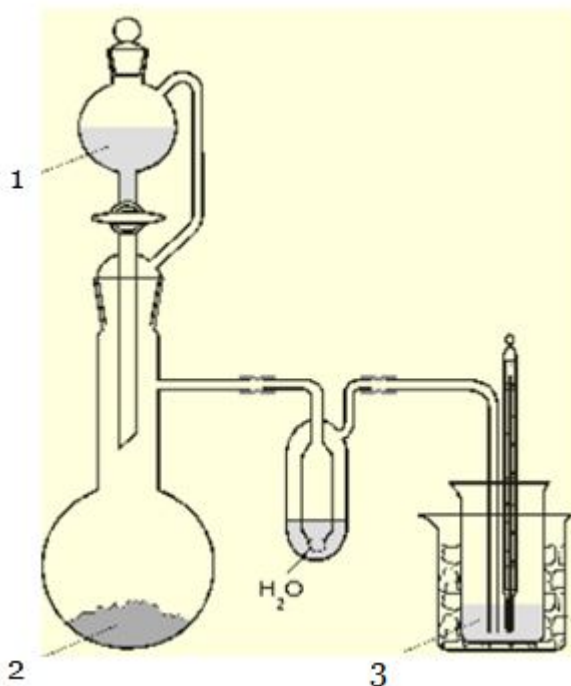
через раствор, находящийся в охлаждаемом льдом стакане. Образовавшуюся в стакане белильную известь выделяют и высушивают.

1) Какое вещество находится в капельной воронке? *Максимальное количество баллов – 2 балла.*

2) Напишите уравнение реакции, протекающей в колбе Вюрца. *Максимальное количество баллов – 3 балла.*

3) Напишите уравнение реакции, протекающей в стакане. *Максимальное количество баллов – 3 балла.*

4) Объясните, для чего газ пропускают через промывную склянку с водой. *Максимальное количество баллов – 2 балла.*



1 – капельная воронка, 2 – колба Вюрца, 3 – стакан, охлаждаемый льдом  
*Максимальное количество баллов за задание – 10 баллов.*

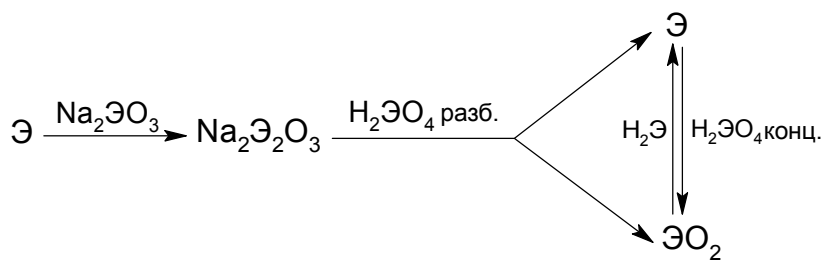
#### **Задание №4**

На растворение смеси трёх оксидов железа общей массой 85,6 г израсходовано 1095 г 10%-ного раствора соляной кислоты, при этом все вещества прореагировали полностью. Определите массовые доли солей в образовавшемся растворе.

*Максимальное количество баллов за задание – 12 баллов.*

#### **Задание №5**

Определите элемент Э и напишите уравнения четырех реакций, протекающих в соответствии со схемой (каждое уравнение – 3 балла):



Максимальное количество баллов за задание – 12 баллов.

### Задание №6

Смесь хлорида калия и бромида калия растворили в воде. К полученному раствору прилили раствор, содержащий 17 г нитрата серебра. Образовавшийся осадок отделили, а в фильтрат поместили медную пластинку. После окончания реакции количество атомов меди в пластинке уменьшилось на  $12,04 \cdot 10^{21}$ . Найдите массовые доли солей в исходной смеси, если известно, что массовая доля калия как элемента в этой смеси составляет 37,44 %.

Максимальное количество баллов за задание – 12 баллов.

### Задание №7

Даны схемы реакций:

- 1)  $\rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2$
- 2)  $\rightarrow \text{LiBr} + \text{NH}_4\text{Br}$
- 3)  $\rightarrow \text{BaCO}_3 + \text{BaS} + \text{H}_2\text{O}$

Определите, какие два сложных вещества вступили в каждую из реакций, если в схемах указаны все продукты реакций без коэффициентов. Запишите уравнения каждой реакции и расставьте коэффициенты. (Каждое уравнение оценивается максимально в 6 баллов)

Максимальное количество баллов за задание – 18 баллов.

### Задание №8



Русский химик Герман Иванович Гесс (1802 – 1850) по праву считается основоположником термохимии. В 1840 г этот учёный сформулировал основной закон термохимии – «закон постоянства сумм теплот», являющийся приложением закона сохранения энергии к химическим процессам:

*Тепловой эффект химической реакции зависит только от вида и состояния исходных веществ и продуктов реакции и не зависит от пути её протекания.*

Иными словами, количество теплоты, выделяющееся или поглощающееся при химической реакции, всегда одно и то же, независимо от того, протекает ли данное химическое превращение в одну

или в несколько стадий (при условии, что температура, давление и агрегатные состояния веществ одинаковы).

Используя закон Гесса, определите тепловой эффект присоединения 10 моль воды к 1 моль безводного сульфата натрия с образованием кристаллогидрата  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . Известно, что при растворении в воде 1 моль безводного сульфата натрия выделяется 2 кДж теплоты, а при растворении 1 моль кристаллогидрата  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  поглощается 78 кДж теплоты.

*Максимальное количество баллов за задание – 18 баллов.*



## 10 класс

### Задание №1

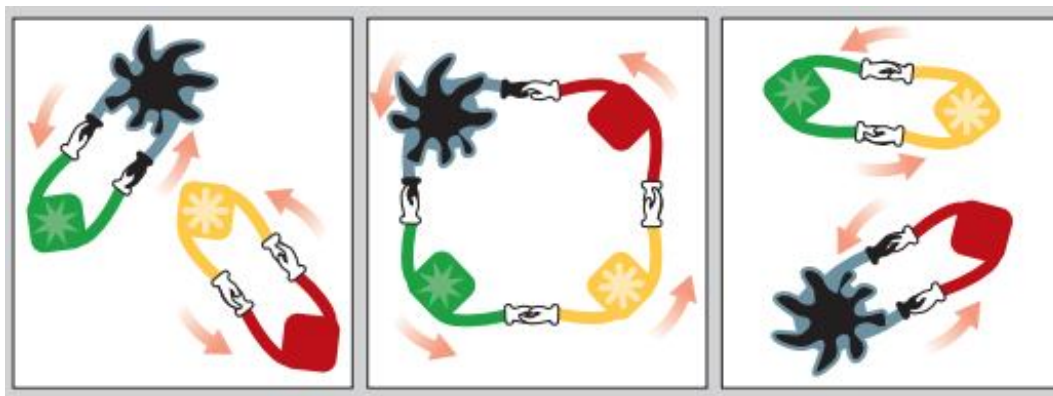
При растворении вещества в воде образовался раствор, в котором массовая доля катиона в четыре раза меньше массовой доли аниона. Определите формулу этого вещества и приведите уравнение его электролитической диссоциации в водном растворе.

*Максимальное количество баллов за задание - 8 баллов.*

### Задание №2

Реакции метатезиса позволяют синтезировать вещества с заданным углеродным скелетом без образования побочных продуктов и вреда для окружающей среды. В настоящее время они находят широкое применение в производстве лекарственных препаратов, полимерных материалов и т.п. За открытие процесса метатезиса алкенов Р. Граббс, Р.Шрок и И. Шовен были удостоены Нобелевской премии по химии за 2005 год.

Слово "метатезис" означает "перемена мест". Когда алкены вступают в реакции метатезиса, двойные связи разрываются и затем вновь образуются между атомами углерода таким образом, что группы атомов меняются местами. Это происходит под действием уникальных катализаторов на основе рутения. По словам Р. Граббса, метатезис можно сравнить с танцем, в котором пары меняют партнеров:

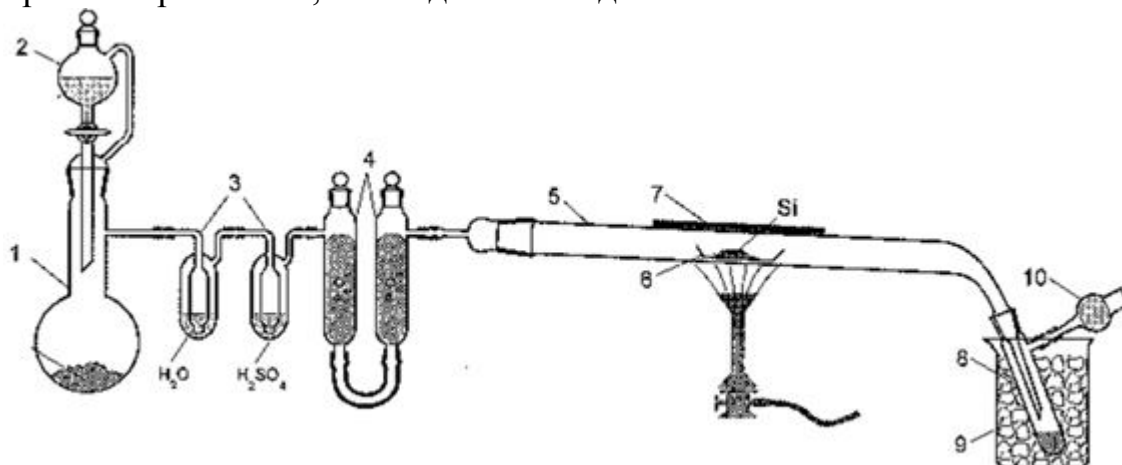


- 1) При крекинге нефти образуются большие количества этилена и бутена-2. С помощью реакции метатезиса из этих веществ получают алкен, являющийся ценным мономером в производстве полиолефинов. Напишите уравнение протекающей реакции.
- 2) Октадиен-1,7 находит применение в химии полимеров как сшивающий агент. Для его получения также используется реакция метатезиса, причем в качестве одного из исходных веществ используется этилен. Определите второе исходное вещество, использующееся в этой реакции, и напишите ее уравнение, используя структурные формулы органических веществ.

*Максимальное количество баллов за задание - 10 баллов.*

### Задание №3

На рисунке изображен прибор, предназначенный для получения в лабораторных условиях тетрахлорида кремния. Когда открывают кран капельной воронки, в колбе Вюрца начинается реакция с образованием хлора. Хлор пропускают через промывную склянку с водой, затем – с концентрированной серной кислотой, а затем через колонки, заполненные оксидом фосфора(V). Образовавшийся в реакторе тетрахлорид кремния собирают в приемнике, охлаждаемом льдом.



1- Колба Вюрца с кристаллами перманганата калия, 2 – капельная воронка, 3 – промывалки с водой и серной кислотой, 4 – колонки, заполненные оксидом фосфора(V), 5 – реактор, 6 – фарфоровая лодочка с порошком кремния, 7 – теплоизоляция, 8 – приемник тетрахлорида кремния, 9 – баня со льдом, 10 – хлоркальциевая трубка.

- 1) Напишите уравнение реакции, протекающей в колбе Вюрца. *Максимальное количество баллов - 2 балла.*
- 2) Напишите уравнение реакции, протекающей в реакторе. *Максимальное количество баллов - 2 балла.*
- 3) Почему тетрахлорид кремния нужно беречь от действия влаги? Ответ подтвердите уравнением реакции. *Максимальное количество баллов - 2 балла.*
- 4) Перечислите детали прибора, предназначенные для предотвращения действия влаги на тетрахлорид кремния. *Максимальное количество баллов - 2 балла.*
- 5) Напишите уравнения реакций, лежащих в основе осушающего действия оксида фосфора(V) и хлорида кальция. *Максимально по 1 баллу за каждую реакцию.*

*Максимальное количество баллов за задание - 10 баллов.*

### Задание №4

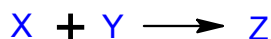
Уравнение, окончательно приведенное Д.И. Менделеевым к современному виду, является итогом его многолетней экспериментальной работы с различными газами. Используя данное уравнение, установите молекулярную

формулу углеводорода, порция которого занимает объём 27,41 л при давлении 735 мм рт. ст. и температуре 50°C. Известно также, что данная порция этого углеводорода содержит  $7,826 \cdot 10^{24}$  атомов.

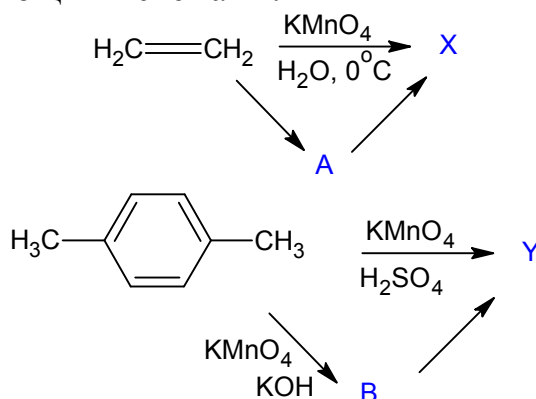
Максимальное количество баллов за задание - 12 баллов.

### Задание №5

Вещество **Z** является продуктом поликонденсации веществ **X** и **Y**:



Известно, что **Z** представляет собой термопластичный полиэфир, который используется в производстве синтетических волокон, пленки и пластиковой упаковки. Необходимые для синтеза вещества **X** и **Y** можно получить в соответствии со следующими схемами:



Определите неизвестные вещества **A**, **B**, **X**, **Y**, **Z**. Напишите уравнения реакций, соответствующие следующим схемам превращений. Используйте структурные формулы органических веществ, указывайте условия проведения процессов. Приведите различные названия (не менее трёх) вещества **Z**.

Максимальное количество баллов за задание - 12 баллов.

### Задание №6

Молекулярной формуле  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$  соответствуют 7 веществ, отличающихся порядком связи атомов в молекуле. Приведите структурные формулы и названия этих веществ. Укажите, для какого из этих веществ характерна пространственная изомерия. Изобразите пространственные изомеры этого вещества, используя стереохимические формулы.

Максимальное количество баллов за задание - 12 баллов.

### Задание №7

В 400 г воды растворили смесь, состоящую из 35,1 г хлорида натрия и 50 г медного купороса. Через полученный раствор пропускали ток до тех пор, пока на аноде не выделилось 6,72 л (н.у.) газа. Вычислите массовые доли веществ в оставшемся растворе.

Максимальное количество баллов за задание - 18 баллов.

### Задание №8

Твердый животный жир массой 12,76 г полностью растворили при нагревании с 19 мл 25 %-ного раствора гидроксида калия (плотность раствора 1,18 г/см<sup>3</sup>). Избыток щелочи нейтрализовали 27,8 мл 5%-ного раствора соляной кислоты (плотность 1,05). При последующем избыточном подкислении раствора выпало 10,24 г осадка, содержащего 75 % углерода по массе. Установите, остатками каких жирных кислот мог быть образован этот жир, приведите возможную структурную формулу жира.

*Максимальное количество баллов за задание - 18 баллов.*

## 11 класс

### Задание №1

Предложите формулу вещества, принадлежащего к классу кислот, молекула которого состоит только из атомов трех элементов первого и второго периода. Известно, что плотность паров этого вещества по воздуху меньше 1. Приведите два уравнения реакций, характеризующих химические свойства этого вещества.

*Максимальное количество баллов за задание - 8 баллов.*

### Задание №2

В 1928 году в журнале *Justus Liebigs Annalen der Chemie* Отто Дильсом и Куртом Альдером было впервые представлена статья, описывающая результаты их работы по систематическому изучению реакции между 1,3-диенами и сопряжёнными кетонами. Авторы статьи привели свидетельства общего характера реакции, а также с уверенностью указали на возможность её использования в синтезе природных соединений, при этом заявив:

*Мы со всей определённой оставляем за собой права на использование открытой нами реакции для решения этих синтетических проблем.*

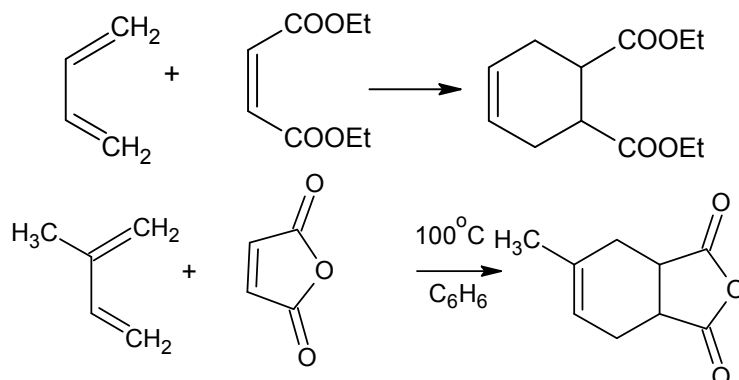
В следующие за открытием годы были изучены основные закономерности протекания реакции и показана широкая область её применимости, а авторы открытия в 1950 году были удостоены Нобелевской премии по химии.



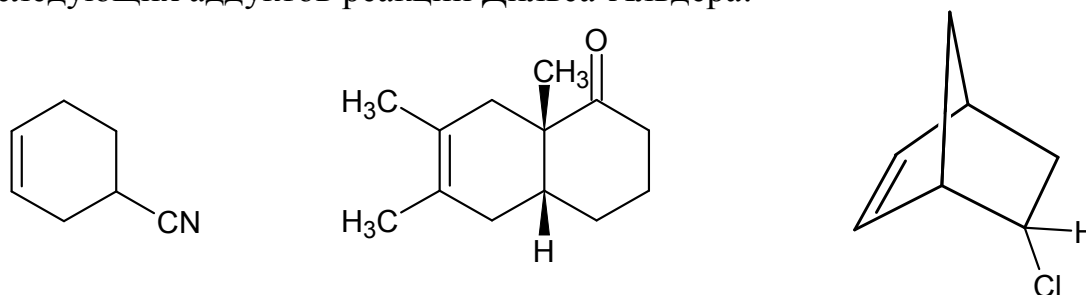
*Отто Дильс*

*Курт Альдер*

Реакция Дильса—Альдера представляет собой согласованное [4+2]-циклоприсоединение, протекающее между 1,3-диеном и ненасыщенным соединением — диенофилом. Обычно диен содержит электронодонорный заместитель, а диенофил — электроноакцепторную группу. Менее распространён обращённый вариант, когда электронообогащённым соединением является диенофил. Ниже приведены примеры реакций Дильса-Альдера сопряженных диенов с диенофилами:



Определите, взаимодействием каких диена и диенофила получен каждый из следующих аддуктов реакции Дильса-Альдера:

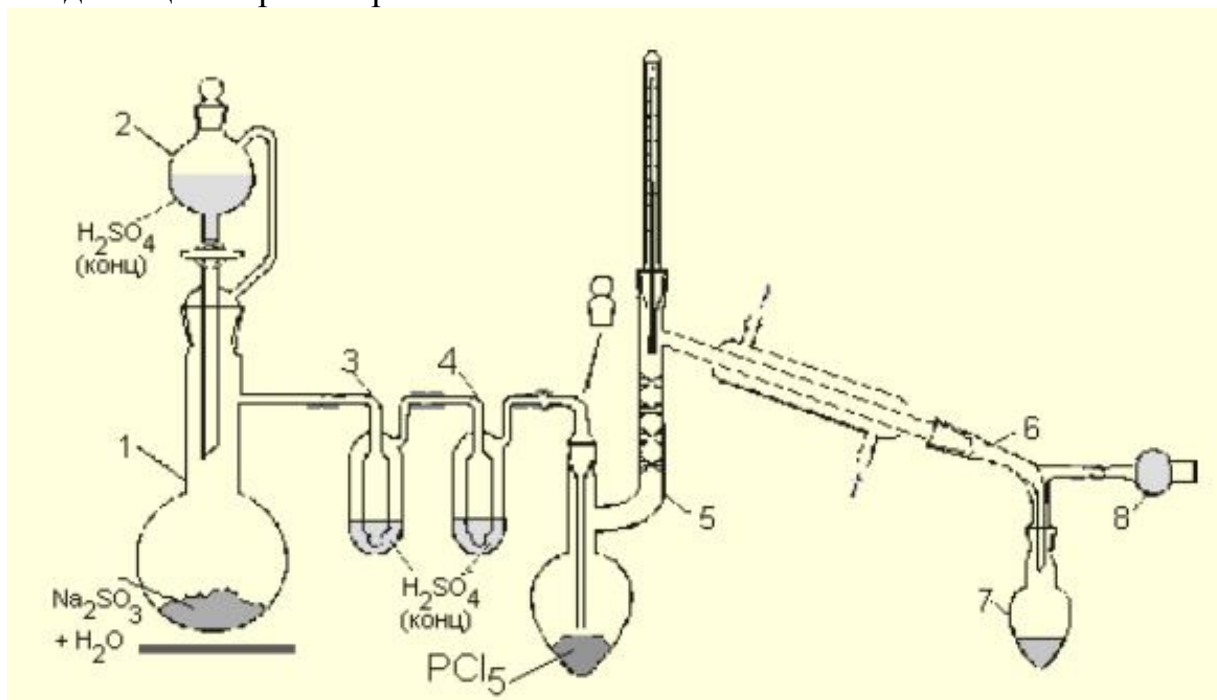


Напишите уравнения соответствующих реакций.

Максимальное количество баллов за задание - 10 баллов.

### Задание №3

На рисунке изображен прибор, предназначенный для получения в лабораторных условиях вещества А, которое используется в органической химии в качестве хлорирующего агента. Известно, что массовая доля хлора в молекуле вещества А составляет 59,7%. Реакция с образованием вещества А протекает в колбе Кляйзена, которая соединена с холодильником для конденсации паров и приемником.



1 – колба Вюрца, 2 – капельная воронка, 3,4 – промывалки с концентрированной серной кислотой, 5 – колба Кляйзена, 6 – алонж, 7 – приемник, 8 – хлоркальциевая трубка.

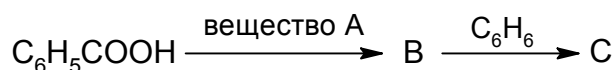
1) Установите химическую формулу вещества А. *Максимальное количество баллов - 2 балла.*

2) Напишите уравнение реакции, протекающей в колбе Вюрца. *Максимальное количество баллов - 2 балла.*

3) Напишите уравнение реакции, протекающей в колбе Кляйзена. *Максимальное количество баллов - 2 балла.*

4) Какие нежелательные реакции с участием  $\text{PCl}_5$ , а также конечного продукта А будут протекать, если в приборе не будут установлены промывалки с концентрированной серной кислотой и хлоркальциевая трубка? Напишите уравнения этих реакций. *Максимальное количество баллов - 2 балла.*

5) Используя структурные формулы органических веществ, напишите уравнения реакций, протекающей в соответствии со схемой:

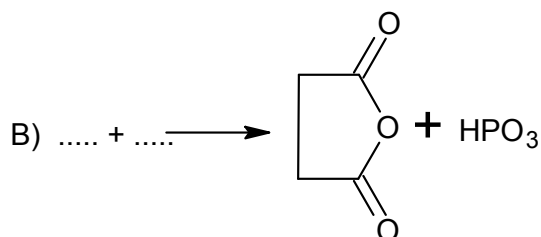
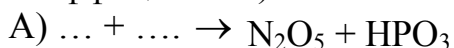


Известно, что вещество С является содержит карбонильную группу и используется в парфюмерии в качестве фотостабилизатора и фиксатора запаха. *Максимальное количество баллов - 2 балла.*

*Максимальное количество баллов за задание - 10 баллов.*

#### Задание №4

Определите, какие два вещества вступили в реакцию, если в результате образовались следующие продукты (указаны все продукты без коэффициентов):

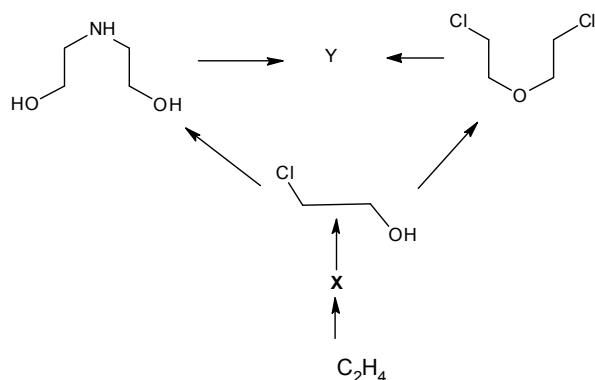


Напишите уравнения реакций, соответствующие данным схемам превращений.

*Максимальное количество баллов за задание - 12 баллов.*

#### Задание №5

Определите неизвестные вещества X и Y. Напишите уравнения реакций, соответствующие следующим схемам превращений. Используйте структурные формулы органических веществ, указывайте условия проведения процессов.



Максимальное количество баллов за задание - 12 баллов.

### Задание №6

В 400 г воды растворили смесь, состоящую из 35,1 г хлорида натрия и 50 г медного купороса. Через полученный раствор пропускали ток до тех пор, пока на аноде не выделилось 13,44 л газа. Вычислите массовые доли веществ в оставшемся растворе.

Максимальное количество баллов за задание - 12 баллов.

### Задание №7

При сливании зеленого раствора вещества  $X_1$  с раствором карбоната натрия образовался осадок вещества  $X_2$  и выделился газ  $Y_1$ . Вещество  $X_2$  отфильтровали, высушили и прокалили при  $200^\circ\text{C}$ , при этом образовался чёрный порошок  $X_3$ . При нагревании  $X_3$  при температуре  $1100^\circ\text{C}$  образовалось тёмно-красное вещество  $X_4$ , которое затем растворили в концентрированном растворе аммиака и получили раствор вещества  $X_5$ . При пропускании через этот раствор газа  $Y_2$  выпал красно-коричневый осадок вещества  $X_6$ .

Известно, что вещества  $X_1 - X_6$  являются соединениями одного и того же химического элемента Э. При этом вещества  $X_1$  и  $X_6$  представляют собой бинарные соединения, и массовые доли элемента Э в этих соединениях соответственно равны 47,41% и 84,21%.

Установите состав веществ  $X_1 - X_6$  и газов  $Y_1, Y_2$ . Напишите уравнения всех описанных реакций.

Максимальное количество баллов за задание - 18 баллов.

### Задание №8

При нагревании 6,7 г органического вещества природного происхождения с избытком гидроксида диаминсеребра(I) образовалось 10,8 г осадка. Для сжигания образца этого вещества потребовался объем кислорода, в 1,1 раза превышающий объем выделившегося при этом углекислого газа (объемы газов измерены в одинаковых условиях). Известно, что для данного вещества характерна кольчато-цепная таутомерия. Установите молекулярную формулу вещества, напишите структурные формулы его линейной и циклической форм.

Максимальное количество баллов за задание - 18 баллов.