

**Материалы заданий отборочного и заключительного этапов, критерии
определения победителей и призеров
Межрегиональной химической олимпиады школьников имени
академика П.Д. Саркисова за 2022/23 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: $\text{Э}_2\text{O}_3$, ЭХО_3 , 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. Na_2SO_4
2. CCl_4
3. S_8
4. 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 CO_2
4. добавить NaCl

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

Варианты ответа:

1. H_2S
2. H_2SO_3
3. H_2SO_4
4. H_2CO_3
5. HNO_3
6. HCl

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

Варианты ответа:

1. H_2SO_4
2. $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$
3. $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
4. HNO_3

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

1. Al^{3+} , OH^- , SO_4^{2-}
2. Mg^{2+} , CO_3^{2-} , OH^-
3. Na^+ , SO_4^{2-} , Li^+
4. Mg^{2+} , NO_3^- , Br^-
5. H^+ , Br^- , 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. 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. CuNO_3
2. KI
3. $\text{Cu}(\text{OH})_2$
4. $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
5. KNO_2

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



1. NaCl
2. H_3PO_4
3. NaClO_3
4. HCl
5. H_2O
6. Na_3PO_4

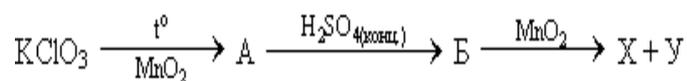
Задание №14. Из предложенного перечня выберите вещества, которые образуются при взаимодействии гранул железа с концентрированной серной кислотой при нагревании.

1. FeS
2. SO_3
3. FeSO_4
4. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
5. SO_2
6. H_2O
7. H_2

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

1. CuO
2. NO_2
3. $\text{Cu}(\text{NO}_2)_2$
4. NO
5. N_2O
6. O_2

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



Варианты ответа:

1. KCl
2. KClO₄
3. HCl
4. Cl₂
5. HClO₄

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

1. Al₂O₃
2. Al(OH)₃
3. NaAlO₂
4. Na[Al(OH)₄]
5. H₂O
6. NaNO₃

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 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% 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: $\text{Э}_2\text{O}_7$, ЭO_2 , ЭCl_2 . Определите, какой из указанных элементов является элементом Э.

1. хром
2. марганец
3. сера
4. фтор

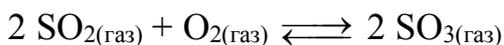
Задание №4. Из предложенного перечня выберите вещество с ионной кристаллической решёткой, в котором присутствует ковалентная неполярная связь.

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 SO_3
2. понизить концентрацию SO_2
3. понизить давление
4. повысить давление

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

Варианты ответа:

1. H_2S
2. NH_4OH
3. $\text{Ca}(\text{OH})_2$
4. H_2CO_3
5. HNO_3
6. 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. H_2SO_3
4. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_2$

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

1. Fe^{2+} , NO_3^- , SO_4^{2-}
2. Cu^{2+} , CO_3^- , OH^-
3. Na^+ , SO_4^{2-} , Ba^{2+}
4. Mg^{2+} , NO_3^- , Br^-
5. H^+ , F^- , 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. NaCrO_2
3. 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. Na₂O
3. HBr
4. HBrO₃
5. Br₂

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



1. NaHCO₃
2. HCl
3. Na₂CO₃
4. CO₂
5. H₂O
6. NaCl

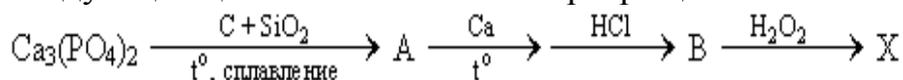
Задание №14. Из предложенного перечня выберите вещества, которые образуются при взаимодействии порошка магния с концентрированной серной кислотой.

1. MgS
2. H₂S
3. MgSO₄
4. MgSO₃
5. SO₃
6. H₂O
7. H₂

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

1. H₂O
2. NH₃
3. N₂
4. H₂
5. N₂O
6. CO₂

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. PH_3
3. H_3PO_3
4. H_3PO_4
5. PCl_3

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

1. Al_2O_3
2. $\text{Al}(\text{OH})_3$
3. KAlO_2
4. $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$
5. H_2O
6. K_2SO_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: $\text{ZnS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{ZnO} + \text{SO}_2$. 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.

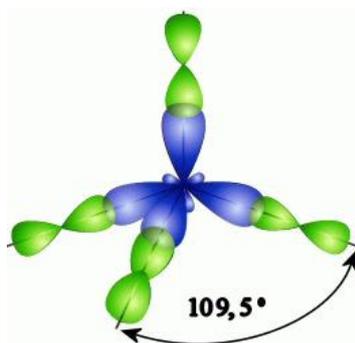
11 класс

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. BeH₂
2. BeCl₂
3. H₂S
4. CO₂
5. PCl₃

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



Варианты ответа:

1. NH₃
2. N₂
3. NO₂
4. NO
5. Cr₂O₃
6. CrO₃
7. H₂O

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

Варианты ответа:

1. H₂O
2. O₂
3. Mn(OH)₂
4. MnO₂
5. MnO₃
6. Mn₂O₇
7. K₂MnO₄
8. KOH
9. H₂

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

1. NH₄NO₃
2. Na₂CO₃
3. RbNO₃

4. CaCl_2
5. K_2HPO_4
6. ZnSO_4

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

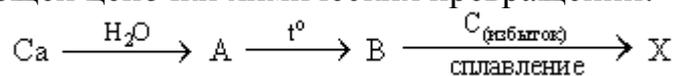
1. S
2. H_2S
3. Al_2S_3
4. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
5. $\text{Al}(\text{OH})_3$
6. SO_2
7. KCl

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



1. FeO
2. Fe_2O_3
3. $\text{Fe}(\text{OH})_2$
4. $\text{Fe}(\text{OH})_3$
5. FeCl_2
6. FeCl_3
7. HClO
8. Cl_2
9. H_2O

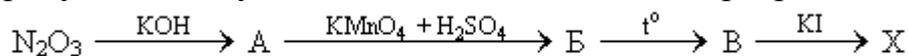
Задание №11. Укажите соединение кальция X, которое является конечным продуктом следующей цепочки химических превращений:



Варианты ответа:

1. Ca
2. $\text{Ca}(\text{OH})_2$
3. CaCO_3
4. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
5. CaC_2

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

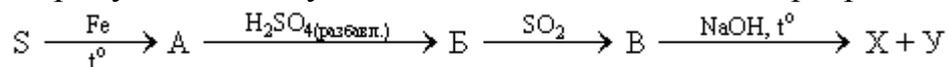


Варианты ответа:

1. NO
2. NO_2

3. KNO_2
4. KNO_3
5. N_2
6. N_2O

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



Варианты ответа:

1. H_2S
2. SO_2
3. S
4. Na_2S
5. Na_2SO_3
6. Na_2SO_4
7. H_2SO_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

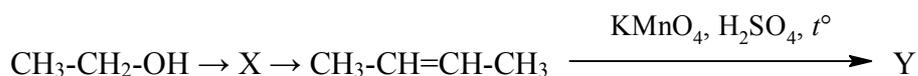
1. гидрирование ацетилена
2. гидратация этилена
3. взаимодействие хлорэтана с гидроксидом калия
4. взаимодействие иодметана с натрием
5. сплавление ацетата натрия с гидроксидом натрия

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. Mn(OH)_2
2. MnO_2
3. K_2MnO_4
4. KOH
5. CO_2
6. $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$
7. $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$
8. $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_2\text{(OH)}$
9. H_2O

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

1. дифениламин
2. Изобутиламин
3. Trimетиламин
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 %) CaCl_2 в полученном растворе. Ответ введите целым числом без указания размерности.

Задание №28. При сгорании 0,2 моль углеводорода образуется 0,8 моль CO_2 и 0,8 моль H_2O . 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

Имеется один литр горячей воды с температурой 100°C и один литр холодной воды с температурой 0°C . При помощи горячей воды нагревают холодную. Можно ли сделать так, чтобы окончательная температура литра нагреваемой воды стала выше температуры нагревающей воды? Обоснуйте свой ответ.

(12 баллов)

Задание 2

Известно, что для описания состава веществ используются формулы, в которых количество элементов в частице задается наименьшими целыми числами (NaCl , SiO_2 и т.д.). Однако для целого ряда соединений это не так. Например, существует соединение этилен, состав которого выражается формулой C_2H_4 , или оксид фосфора(V) - P_4O_{10} .

Приведите три примера подобных соединений, напишите структурные формулы этих веществ. Объясните, почему состав этих соединений выражается именно таким образом. Кратко охарактеризуйте химические свойства этих веществ, проиллюстрировав уравнениями реакций (по одной для каждого вещества).

(12 баллов)

Задание 3

Нобелевская премия по химии – высшая награда за научные достижения в области химии, ежегодно присуждается Шведской королевской академией наук в Стокгольме. Кандидаты в лауреаты премии выдвигаются Нобелевским комитетом с 1901 года. Первым лауреатом Нобелевской премии по химии стал Якоб Хендрик Вант-Гофф «в знак признания огромной важности открытия законов химической динамики и осмотического давления в растворах. Последняя на данный момент премия была присуждена в 2022 году Мортену Мельдалю и Барри Шарплессу «за развитие методов клик-химии и биоортогональной химии.



Якоб Хендрик Вант-Гофф (1852 – 1911гг.)

Вообще, за всю историю существования Нобелевская премия по химии выдавалась 114 раз различным ученым за исследования в области неорганической, органической, физической, коллоидной и т.д. химии. По меньшей мере двадцать пять лауреатов получили Нобелевскую премию за свой вклад в развитие органической химии — это больше, чем в любой

другой раздел химии. Лауреатов за достижения в области исследования неорганических процессов меньше, однако, с одним неорганическим процессом прямо или косвенно связано сразу три Нобелевские премии, выданные различным учёным в различное время. Есть интересный факт, что все эти лауреаты – немецкие учёные.

- 1) О каком неорганическом процессе идет речь? Напишите уравнение химической реакции, соответствующей этому процессу.
- 2) Какие учёные и когда получили Нобелевскую премию по химии? Охарактеризуйте, как их исследования связаны с данным химическим процессом.

(12 баллов)

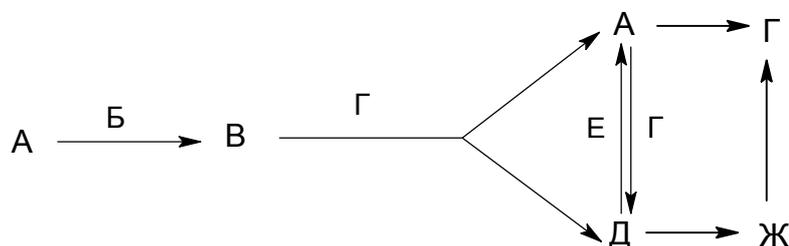
Задание 4

В результате растворения в воде 17,2 г смеси, состоящей из металла и его оксида, образуется 448 г раствора, в котором массовая доля растворенного вещества составляет 5%. Известно, что, хлорид этого металла окрашивает пламя в фиолетовый цвет. Определите, какой это металл. Рассчитайте массовые доли металла и его оксида в исходной смеси.

(14 баллов)

Задание 5

Задана следующая схема превращений:



Известно, что в состав всех веществ А – Ж входит один и тот же химический элемент. Вещество А является простым и содержит 16 электронов. Вещества Б – Ж являются сложными и содержат следующее количество электронов:

Б – 62 электрона, В – 78 электронов, Г – 50 электронов, Д – 32 электрона, Е – 18 электронов, Ж – 40 электронов.

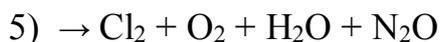
Установите формулы веществ А – Ж, напишите уравнения реакций, соответствующих данной схеме превращений, укажите условия протекания процессов.

(14 баллов)

Задание 6

Установите, какие соединения разлагаются с образованием следующих продуктов (указаны только продукты без коэффициентов). Напишите уравнения этих реакций.





(18 баллов)

Задание 7

В лабораторной практике часто используют перманганат калия и дихромат калия. Оба эти вещества являются сильными окислителями, и их часто используют для проведения окислительно-восстановительных реакций. Известно, что перманганат калия в присутствии серной кислоты окисляет пероксид водорода, он также способен окислить концентрированную соляную кислоту. Напишите уравнения указанных реакций.

Какие продукты образуются при взаимодействии дихромата калия с данными реагентами? Напишите уравнение реакции взаимодействия дихромата калия с пероксидом водорода в присутствии серной кислоты, а также реакции, протекающей при нагревании смеси дихромата калия с хлоридом калия в присутствии концентрированной серной кислоты.

(18 баллов)

10 класс

Задание 1

В лабораторной практике часто используют перманганат калия и дихромат калия. Оба эти вещества являются сильными окислителями, и их часто используют для проведения окислительно-восстановительных реакций. Известно, что перманганат калия в присутствии серной кислоты окисляет пероксид водорода, он также способен окислить концентрированную соляную кислоту. Напишите уравнения указанных реакций.

Какие продукты образуются при взаимодействии дихромата калия с данными реагентами? Напишите уравнение реакции взаимодействия дихромата калия с пероксидом водорода в присутствии серной кислоты, а также реакции, протекающей при нагревании смеси дихромата калия с хлоридом калия в присутствии концентрированной серной кислоты.

(8 баллов)

Задание 2

Соединение **A** представляет собой белое кристаллическое вещество, не имеющее вкуса и почти без запаха. Первые сведения об этом веществе датируются семидесятыми годами 19 века. В то время данное соединение синтезировал один австрийский студент **X**, однако, молодой и талантливый химик не представлял какими свойствами обладает полученное им вещество, и как оно может быть использовано. Более полувека спустя швейцарский химик **XX** исследовал вещество **A** и в 1939 году обнаружил особые свойства этого вещества. Уже через год после обнаружения этих свойств данное соединение было запатентовано, а менее чем через 10 лет швейцарский химик **XX** был награжден Нобелевской премией по медицине. Интересно, что это был первый и единственный случай в истории, когда учёный получил наивысшую награду за открытие вещества подобного действия. Но это, безусловно, была заслуженная премия. Благодаря веществу **A** человечество научилось справляться с такими заболеваниями, как тиф, малярия, а также существенно уменьшить количество вредителей растений и повысить урожайность зерновых и овощных культур. Это и явилось причиной крупнотоннажного производства и применения соединения **A** в середине прошлого века. Впоследствии было открыто побочное действие этого препарата на организмы животных и человека, применение вещества **A** было сначала уменьшено, а затем и вовсе приостановлено. На данный момент Всемирная Организация Здравоохранения (ВОЗ) рекомендует применять данный препарат только в целях профилактики малярии.

Данное вещество является производным хлорбензола и состоит из трех химических элементов. При этом в молекуле **A** количество атомов одного химического элемента равно сумме количеств атомов двух других химических элементов. Массовая доля первого элемента составляет 47,39%.

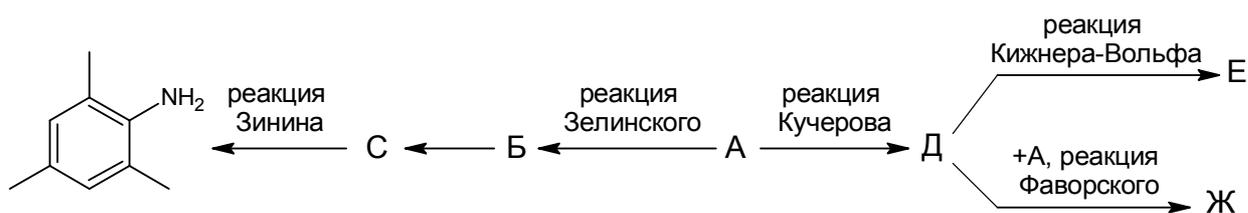
Определите, о каком веществе идет речь, приведите его структурную формулу и название. Предложите схему синтеза вещества **A**: напишите

уравнения реакции получения данного вещества из хлорбензола и трихлоруксусного альдегида.

(14 баллов)

Задание 3

В органической химии принято называть реакции именем ученого, который открыл или исследовал данную реакцию. Среди таких именных реакций немало тех, которые названы в честь российских ученых. Составьте уравнения реакций, соответствующих следующей схеме превращений, учитывая, что молекула вещества А содержит 90,0% углерода по массе. При записи уравнений структурные формулы органических веществ, указывайте условия проведения реакций.



(12 баллов)

Задание 4

Разложение некоторого вещества А описывается реакцией первого порядка и протекает при 25°C со скоростью 0,0468 моль/л·с. Для того, чтобы стабилизировать вещество необходимо, чтобы скорость реакции была не выше 0,003 моль/л·с. Учитывая, что скорость реакции разложения возрастает в 27 раз при повышении температуры на 30 градусов, определите, до какой температуры следует охладить реакционную смесь? Ответ приведите в градусах Цельсия.

(12 баллов)

Задание 5

Навеску кристаллогидрата массой 48,3 г прокалили до прекращения выделения газообразных продуктов. Выделившиеся при этом газы полностью поглотили 240 г 10%-ого раствора едкого натра, в результате чего образовался нейтральный раствор с массовой долей растворенного вещества 12,62%. Сухой остаток, образовавшийся при прокаливании кристаллогидрата, взвесили и установили, что потеря массы при прокаливании составила 78,88%. Известно, что оставшееся после прокаливании вещество представляет собой бинарное соединение с массовой долей одного из элементов 47,06%. Установите состав кристаллогидрата, напишите уравнения всех упомянутых реакций.

(18 баллов)

Для того, чтобы добиться необходимой степени полимеризации, выделяющиеся в ходе реакции пары воды конденсируют и постоянно контролируют их количество. Так, при загрузке в реактор 14,6 кг адипиновой кислоты и 14,6 триметилпропана, процесс поликонденсации останавливают тогда, когда в приемнике сконденсируется 3510 мл воды. При этом образуется вязкая масса, которую растворяют в подходящем растворителе и используют в качестве лака.

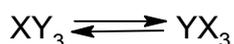
1. Напишите уравнение реакции поликонденсации триметилпропана и адипиновой кислоты.
2. Рассчитайте среднюю молекулярную массу образовавшегося полимера в условиях описанного эксперимента. При расчете примите, что все молекулы адипиновой кислоты вошли в состав продукта.
3. Если не остановить реакцию вовремя, происходит отверждение реакционной массы непосредственно в реакционном сосуде. Полученный продукт не удастся растворить ни в каких растворителях. Аналогичное явление наблюдается на более ранних стадиях процесса, если взять избыток дикарбоновой кислоты. Объясните это явление.
4. Важной характеристикой полимерных материалов, используемых для создания лакокрасочных покрытий, является гидроксильное число. Оно показывает количество свободных (не вступивших в реакцию) гидроксильных групп в макромолекуле полимера и выражается в ммоль групп $-OH$, приходящихся на 1 г полимера. Рассчитайте теоретическое значение гидроксильного числа для сополимера, полученного в условиях опыта (см. текст задачи).
5. Для анализа на гидроксильное число к 10 г полимера А добавили 74 г 10%-ного раствора фталевого ангидрида в пиридине и нагревали с обратным холодильником в течение часа, затем в реакционную смесь добавили 50 мл воды и нагревали еще 0,5 часа. Для нейтрализации полученной смеси потребовалось добавить 30 мл раствора гидроксида натрия с концентрацией 2 моль/л. Рассчитайте гидроксильное число полимера А.
6. Предположите, какие функциональные свойства придает полимеру наличие свободных гидроксильных групп в его макромолекуле.

(24 балла)

11 класс

Задание 1

Известно, что элементы X и Y образуют друг с другом несколько бинарных соединений разного состава. Одно из таких веществ имеет формулу XY_3 , другое - YX_3 . О каких элементах и каких веществах идет речь? Кратко охарактеризуйте химические свойства данных веществ, проиллюстрировав уравнениями реакций (не менее двух для каждого вещества). Предложите схему получения каждого из веществ из другого:



Какое еще бинарное соединение образуют элементы X и Y? Приведите структурную формулу данного вещества.

(8 баллов)

Задание 2

Соединение А представляет собой белое кристаллическое вещество, не имеющее вкуса и почти без запаха. Первые сведения об этом веществе датируются семидесятыми годами 19 века. В то время данное соединение синтезировал один австрийский студент X, однако, молодой и талантливый химик не представлял какими свойствами обладает полученное им вещество, и как оно может быть использовано. Более полувека спустя швейцарский химик XX исследовал вещество А и в 1939 году обнаружил особые свойства этого вещества. Уже через год после обнаружения этих свойств данное соединение было запатентовано, а менее чем через 10 лет швейцарский химик XX был награжден Нобелевской премией по медицине. Интересно, что это был первый и единственный случай в истории, когда учёный получил наивысшую награду за открытие вещества подобного действия. Но это, безусловно, была заслуженная премия. Благодаря веществу А человечество научилось справляться с такими заболеваниями, как тиф, малярия, а также существенно уменьшить количество вредителей растений и повысить урожайность зерновых и овощных культур. Это и явилось причиной крупнотоннажного производства и применения соединения А в середине прошлого века. Впоследствии было открыто побочное действие этого препарата на организмы животных и человека, применение вещества А было сначала уменьшено, а затем и вовсе приостановлено. На данный момент Всемирная Организация Здравоохранения (ВОЗ) рекомендует применять данный препарат только в целях профилактики малярии.

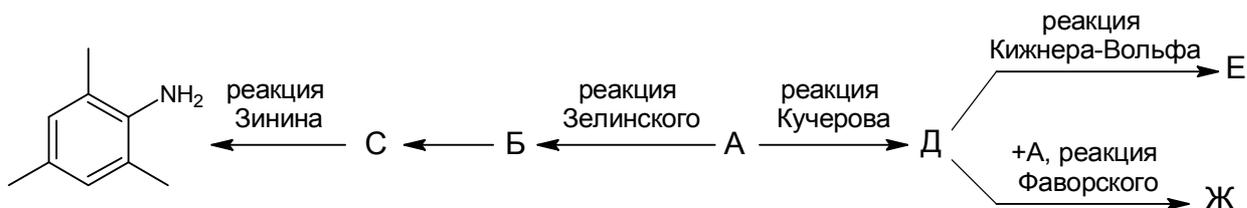
Данное вещество является производным хлорбензола и состоит из трех химических элементов. При этом в молекуле А количество атомов одного химического элемента равно сумме количеств атомов двух других химических элементов. Массовая доля первого элемента составляет 47,39%.

Определите, о каком веществе идет речь, приведите его структурную формулу и название. Предложите схему синтеза вещества А: напишите уравнения реакции получения данного вещества из хлорбензола и трихлоруксусного альдегида.

(14 баллов)

Задание 3

В органической химии принято называть реакции именем ученого, который открыл или исследовал данную реакцию. Среди таких именных реакций немало тех, которые названы в честь российских ученых. Составьте уравнения реакций, соответствующих следующей схеме превращений, учитывая, что молекула вещества А содержит 90,0% углерода по массе. При записи уравнений структурные формулы органических веществ, указывайте условия проведения реакций.



(12 баллов)

Задание 4

Теплота, выделяющаяся при нейтрализации 100 мл 0,1 М раствора HCl 0,1 М раствором NaOH, равна 0,5581 кДж, а теплота, выделяющаяся при нейтрализации 100 мл 0,1 М раствора циановодородной кислоты в тех же условиях, равна 0,1238 кДж. Рассчитайте теплоту диссоциации 1 моль циановодородной кислоты. Ответ приведите в кДж.

(12 баллов)

Задание 5

Навеску кристаллогидрата массой 48,3 г прокалили до прекращения выделения газообразных продуктов. Выделившиеся при этом газы полностью поглотили 240 г 10%-ого раствора едкого натра, в результате чего образовался нейтральный раствор с массовой долей растворенного вещества 12,62%. Сухой остаток, образовавшийся при прокаливании кристаллогидрата, взвесили и установили, что потеря массы при прокаливании составила 78,88%. Известно, что оставшееся после прокаливании вещество представляет собой бинарное соединение с массовой долей одного из элементов 47,06%. Установите состав кристаллогидрата, напишите уравнения всех упомянутых реакций.

(18 баллов)

Для того, чтобы добиться необходимой степени полимеризации, выделяющиеся в ходе реакции пары воды конденсируют и постоянно контролируют их количество. Так, при загрузке в реактор 14,6 кг адипиновой кислоты и 14,6 триметилпропана, процесс поликонденсации останавливают тогда, когда в приемнике сконденсируется 3510 мл воды. При этом образуется вязкая масса, которую растворяют в подходящем растворителе и используют в качестве лака.

1. Напишите уравнение реакции поликонденсации триметилпропана и адипиновой кислоты.
2. Рассчитайте среднюю молекулярную массу образовавшегося полимера в условиях описанного эксперимента. При расчете примите, что все молекулы адипиновой кислоты вошли в состав продукта.
3. Если не остановить реакцию вовремя, происходит отверждение реакционной массы непосредственно в реакционном сосуде. Полученный продукт не удастся растворить ни в каких растворителях. Аналогичное явление наблюдается на более ранних стадиях процесса, если взять избыток дикарбоновой кислоты. Объясните это явление.
4. Важной характеристикой полимерных материалов, используемых для создания лакокрасочных покрытий, является гидроксильное число. Оно показывает количество свободных (не вступивших в реакцию) гидроксильных групп в макромолекуле полимера и выражается в ммоль групп $-OH$, приходящихся на 1 г полимера. Рассчитайте теоретическое значение гидроксильного числа для сополимера, полученного в условиях опыта (см. текст задачи).
5. Для анализа на гидроксильное число к 10 г полимера А добавили 74 г 10%-ного раствора фталевого ангидрида в пиридине и нагревали с обратным холодильником в течение часа, затем в реакционную смесь добавили 50 мл воды и нагревали еще 0,5 часа. Для нейтрализации полученной смеси потребовалось добавить 30 мл раствора гидроксида натрия с концентрацией 2 моль/л. Рассчитайте гидроксильное число полимера А.
6. Предположите, какие функциональные свойства придает полимеру наличие свободных гидроксильных групп в его макромолекуле.

(24 балла)