

**Материалы заданий отборочного и заключительного этапов, критерии
определения победителей и призеров
Межрегиональной химической олимпиады школьников имени
академика П.Д. Саркисова за 2021/22 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.

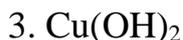
1. фосфат натрия
2. кремниевая кислота
3. серная кислота
4. гидроксид бария
5. гидроксид натрия

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

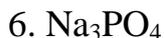
1. HClO
2. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$



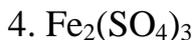
Задание №12. Определите вещества X и Y, которые вступили в реакцию, если в результате образовались следующие вещества (указаны все продукты без коэффициентов):



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



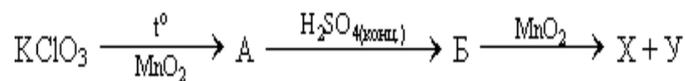
Задание №14. Из предложенного перечня выберите вещества, которые образуются при взаимодействии гранул железа с концентрированной серной кислотой при нагревании.



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



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: $Э_2O_7$, $ЭO_2$, $ЭCl_2$. Определите, какой из указанных элементов является элементом Э.

1. хром
2. марганец
3. сера
4. фтор

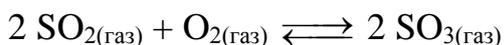
Задание №4. Из предложенного перечня выберите вещество с ионной кристаллической решёткой, в котором присутствует ковалентная неполярная связь.

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 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

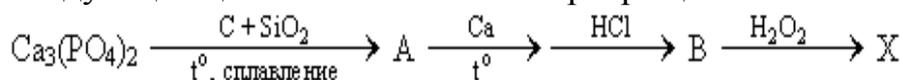
Задание №14. Из предложенного перечня выберите вещества, которые образуются при взаимодействии порошка магния с концентрированной серной кислотой.

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: $ZnS + O_2 \rightarrow ZnO + SO_2$. 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.

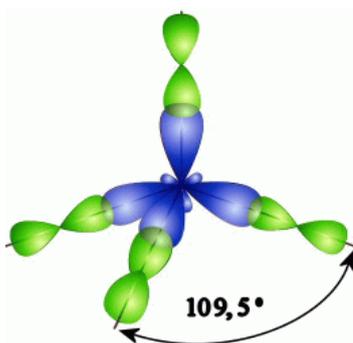
11 класс

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

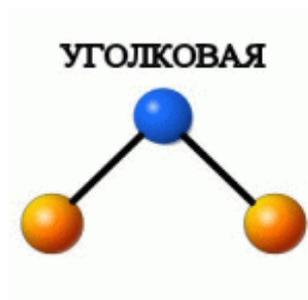


1. CH_4
2. CH_3Cl
3. CH_2Cl_2
4. CHCl_3
5. CCl_4

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

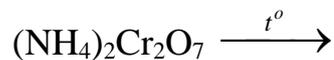
Задание №5. Модель какой из молекул приведена на рисунке?



Варианты ответа:

1. 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

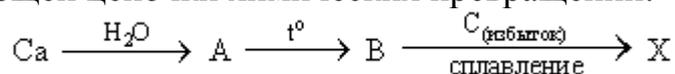
1. S
2. H_2S
3. Al_2S_3
4. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
5. $\text{Al}(\text{OH})_3$
6. SO_2
7. KCl

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

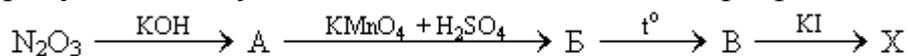
Задание №11. Укажите соединение кальция X, которое является конечным продуктом следующей цепочки химических превращений:



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:

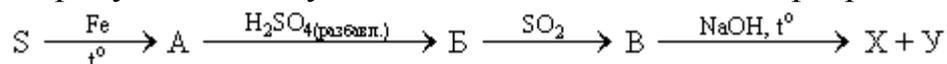


Варианты ответа:

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

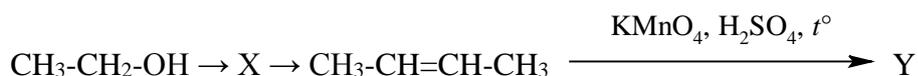
1. гидрирование ацетилена
2. гидратация этилена
3. взаимодействие хлорэтана с гидроксидом калия
4. взаимодействие иодметана с натрием
5. сплавление ацетата натрия с гидроксидом натрия

б. 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 диметилацетилен 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

В настоящий момент в периодической системе имени Д.И. Менделеева насчитывается 118 химических элементов. Название многих из них связано с великими учёными (например, $_{101}\text{Md}$ менделевий, $_{104}\text{Rf}$ резерфордий), странами ($_{44}\text{Ru}$ рутений, $_{21}\text{Sc}$ скандий), мифическими существами ($_{28}\text{Ni}$ никель, $_{73}\text{Ta}$ тантал). Многие названия переводятся на русский язык в виде слов или словосочетаний. Так, например, название $_{15}\text{P}$ фосфор переводится с древнегреческого языка как «несущий свет», $_{43}\text{Tc}$ технеций – «искусственный», $_{66}\text{Dy}$ диспрозий – «труднодоступный». Поэтому в самых обычных фразах, которыми мы обмениваемся, в текстах, которые мы читаем и пишем, под словами зачастую скрыты названия различных химических элементов.

Прочитайте следующие цитаты из произведений. Определите, названия каких химических элементов «зашифрованы» в них (в одной цитате может быть как одно, так и несколько названий разных химических элементов).

1) *Безжизненные туманы дымчато висят над водой, отражаясь прозрачными очертаниями.*

(А. Серафимович)

2) *Его дыхание налетело на Джека порывом горячего зловонного ветра. Казалось, в желудке у него собрался мусор со всего мира: пыль, гниль, заплесневелые тряпки, кислота от батареек и горящая резина; будто там нашли конец все созданные человеком вещи.*

(Дж.К. Роулинг «Рождественный поросёнок»)

3) *Эта игра солнца с морозом окончилась, когда все облака сбегали с неба и солнечные лучи не только высушили на стекле все капли, но даже и нагрели стекло.*

(М. Пришвин)

4) *Земля была устлана бурой хвоей, кроме тех мест, где ели, повинуюсь судьбе, стелились по земле, они росли с неумной жадностью, влажные и блестящие, как деревья в джунглях. Этот лес называли заколдованным.*

(Т. Янсон «Летняя книга»)

5) Богатырь остановился в глубоком раздумье посреди болотистой равнины перед камнем-предсказателем – куда держать путь-дорогу? Его могучий конь понуро опустил голову к земле и как будто бы тоже задумался.

(Описание картины «Витязь на распутье» В. Васнецова)



Максимальное количество баллов за задание – 20 баллов.

Задание №2

Лаборант получил задание установить качественный состав смеси сухих солей, образованных одним и тем же катионом. Операции, проводимые в ходе анализа, и наблюдаемые эффекты он записал в таблицу, представленную ниже. Проанализируйте представленные в таблице данные и выполните задания.

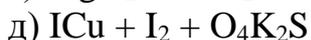
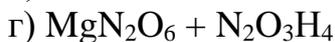
- 1) Предположите, какие соли могли входить в состав смеси, объясните свое предположение.
- 2) Напишите уравнения реакций, которые протекали на этапах анализа 3, 4, 5 и 6.
- 3) Предложите дополнительные эксперименты, которые нужно провести, чтобы подтвердить ваши предположения о составе смеси, напишите уравнения реакций, которые будут протекать в ходе этих экспериментов.

Этап анализа	Операция	Наблюдаемый эффект
1	Растворение смеси солей в воде	Соли растворились, раствор бесцветный
2	Добавление нескольких капель раствора NaOH к небольшой порции раствора солей	Образование осадка не наблюдается
3	Добавление нескольких капель раствора AgNO ₃ к небольшой порции раствора солей	Образование белого осадка
4	Добавление раствора HNO ₃ к небольшой порции раствора солей	Выделился бесцветный газ, образовался бесцветный раствор
5	Добавление к раствору, образовавшемуся на этапе 4, раствора BaCl ₂	Образовался белый осадок
6	Добавление к небольшой порции смеси сухих солей порошка гидроксида кальция, испытание выделяющегося при нагревании смеси газа влажной лакмусовой бумажкой	Лакмусовая бумажка окрасилась в синий цвет

Максимальное количество баллов за задание – 20 баллов.

Задание №3

Определите, какие два вещества вступили в реакцию и при каких условиях, если образовались следующие вещества (указан качественный и количественный состав продуктов реакции без учёта коэффициентов).



Составьте уравнения реакций, укажите условия проведения реакций.

Максимальное количество баллов за задание – 20 баллов.

Задание №4

Таинственные исчезновения.

Проведение химического эксперимента позволяет сделать множество порой самых неожиданных наблюдений. Например, при добавлении двух капель раствора одного из реактивов к раствору другого образуется осадок, а если добавить реактива побольше – осадок исчезает, будто его и не было. Случается и так, что окраска раствора или индикаторной бумажки меняется совершенно непредсказуемым образом, а то и вовсе пропадает. Конечно, хорошие знания химии позволяют объяснить эти таинственные, на первый взгляд, исчезновения. Попробуйте и вы найти объяснения наблюдаемым явлениям, описание которых приведено ниже.

1. Через раствор гидроксида кальция начали пропускать газ и почти сразу заметили помутнение раствора, связанное с образованием нерастворимого в воде вещества. Но дальнейшее пропускание газа привело к растворению осадка и образованию прозрачного раствора. Какой газ могли пропускать через раствор? Напишите уравнения реакций, который протекают при образовании и растворении осадка.
2. К трем каплям раствора сульфата алюминия добавили три капли раствора одного из соединений натрия, в результате чего образовался белый студенистый осадок. Когда к осадку прилили еще некоторое количество раствора того же соединения натрия, осадок полностью растворился. Назовите соединение натрия, раствор которого использовали в описанном опыте. Напишите уравнения реакций, протекающих при образовании и растворении осадка.
3. При пропускании газа через раствор иодида натрия наблюдается появление желто-коричневой окраски, однако при дальнейшем пропускании газа окраска раствора исчезает. Назовите газ, который пропускали через раствор иодида натрия. Напишите уравнения реакций, которые протекают при появлении и исчезновении окраски.

Максимальное количество баллов за задание – 20 баллов.

Задание №5

Образец руды массой 600 г, содержащей пирит и пирротин, подвергли обжигу. Полученный диоксид серы очистили от пыли, смешали с кислородом и пропустили при нагревании через слой катализатора, содержащего оксид ванадия(V). Полученный продукт растворили в 450 г 80%-ной серной кислоты, в результате чего получили 20%-ный олеум. Найдите массовые доли пирита и пирротина в руде, если известно, что в исходном образце массовая доля серы в 1,13 раза меньше массовой доли железа, а реакция каталитического окисления диоксида серы протекает с выходом 90 % от теоретического.

Максимальное количество баллов за задание – 20 баллов.

10 класс

Задание №1

В настоящий момент в периодической системе имени Д.И. Менделеева насчитывается 118 химических элементов. Название многих из них связано с великими учёными (например, $_{101}\text{Md}$ менделевий, $_{104}\text{Rf}$ резерфордий), странами ($_{44}\text{Ru}$ рутений, $_{21}\text{Sc}$ скандий), мифическими существами ($_{28}\text{Ni}$ никель, $_{73}\text{Ta}$ тантал). Многие названия переводятся на русский язык в виде слов или словосочетаний. Так, например, название $_{15}\text{P}$ фосфор переводится с древнегреческого языка как «несущий свет», $_{43}\text{Tc}$ технеций – «искусственный», $_{66}\text{Dy}$ диспрозий – «труднодоступный». Поэтому в самых обычных фразах, которыми мы обмениваемся, в текстах, которые мы читаем и пишем, под словами зачастую скрыты названия различных химических элементов.

Прочитайте следующие цитаты из произведений. Определите, названия каких химических элементов «зашифрованы» в них (в одной цитате может быть как одно, так и несколько названий разных химических элементов).

1) *Луна в вечернем чистом небе висела полная, видная сквозь ветви клена. Липы и акации разрисовали землю в саду сложным узором пятен.*

(М. Булгаков «Мастер и Маргарита»)

2) *Дантес повалил самое толстое оливковое дерево, какое только мог найти, обрубил ветви, просунул его в отверстие и стал действовать им, как рычагом. Но камень был так тяжел и так прочно подперт нижним камнем, что ни один человек, обладай он даже геркулесовой силой, не мог бы сдвинуть его с места.*

(А. Дюма «Граф Монте-Кристо»)

3) *Если вопрос противной стороны заключал в себе кроме сказанного еще другой, скрытый смысл, у Кавадзи невольно появлялась легкая улыбка.*

(И. Гончаров «Фрегат «Паллада»)

4) *Лучшие сорта тюльпанов — серебристо-голубых, фиолетовых и черных с розовой тенью — извивались в газоне линиями прихотливо брошенных ожерелий.*

(А. Грин «Алые паруса»)

5) *Преступления этих людей, разумеется, относительноны и многообразны; большей частью они требуют, в весьма разнообразных заявлениях, разрушения настоящего во имя лучшего.*

(Ф. Достоевский «Преступление и наказание»)

Максимальное количество баллов за задание – 10 баллов.

Задание №2

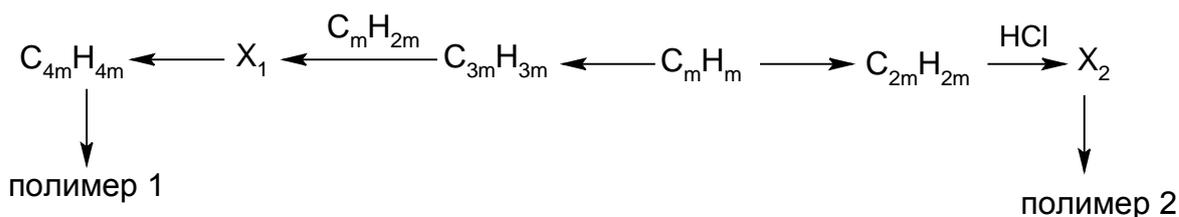
К раствору сероводородной кислоты, содержащему $1,55 \cdot 10^{-4}$ моль гидросульфид-анионов, добавили избыток раствора сульфата меди(II). Выпавший осадок растворили при нагревании в 20 г 98%-ного раствора серной кислоты. При этом образовался прозрачный раствор, в котором массовая доля серной кислоты составила 70%. Вычислите степень

диссоциации сероводородной кислоты по первой ступени в исходном растворе. При проведении расчетов диссоциацией по второй ступени следует пренебречь.

Максимальное количество баллов за задание – 18 баллов.

Задание №3

Полимеры 1 и 2 можно получить исходя из углеводорода C_mH_m в результате следующей цепочки превращений:



Мировое производство полимера 1 составляет несколько миллионов тонн в год. Из этого полимера изготавливают пищевую упаковку, канцелярские изделия (корпуса ручек, фломастеров, линейки), а также пенопласт. Полимер 2 относится к синтетическим каучукам. Его отличают устойчивость к набуханию под действием органических растворителей и минеральных масел.

Напишите уравнения реакций, представленных на схеме, укажите условия их проведения. Приведите названия полимеров 1 и 2.

Максимальное количество баллов за задание – 18 баллов.

Задание №4

Лаборант получил задание установить качественный состав смеси сухих солей, образованных одним и тем же анионом. Известно, что металлы, катионами которых образованы соли, расположены в одно группе Периодической системы Д.И. Менделеева.

Операции, проводимые в ходе анализа, и наблюдаемые эффекты он записал в таблицу, представленную ниже. Проанализируйте представленные в таблице данные и выполните задания.

- 4) Предположите, какие соли могли входить в состав смеси, объясните свое предположение.
- 5) Напишите уравнения реакций, которые протекали на этапах анализа 5, 6 и 7.
- 6) Предложите дополнительные эксперименты, которые нужно провести, чтобы подтвердить ваши предположения о составе смеси, напишите уравнения реакций, которые будут протекать в ходе этих экспериментов.

Этап анализа	Операция	Наблюдаемый эффект
1	Растворение смеси солей в воде	Соли растворились, раствор бесцветный
2	Каплю раствора на платиновой проволоке внесли в пламя газовой горелки	Пламя окрасилось в желтовато-зеленоватый цвет
3	Добавление раствора HCl к небольшой порции раствора солей	Признаков реакции не наблюдается
4	Добавление раствора AgNO ₃ к небольшой порции раствора солей	Образования осадка или помутнения раствора не наблюдается
5	Добавление раствора H ₂ SO ₄ к небольшой порции раствора солей	Выпал белый осадок и образовался бесцветный раствор
6	Добавление раствора NaOH к небольшой порции раствора, образовавшегося на этапе 5	Образовался белый студенистый осадок
7	Добавление избытка раствора NaOH к осадку, образовавшемуся на этапе 5	Наблюдается растворение осадка

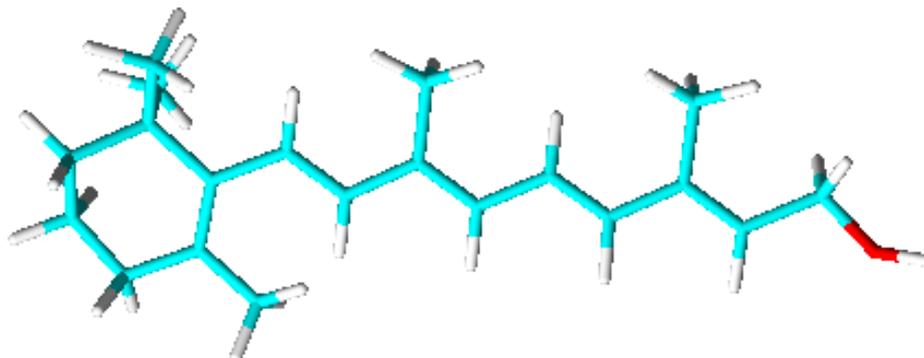
Максимальное количество баллов за задание – 18 баллов.

Задание №5

Метод рентгеноструктурного анализа является одним из самых информативных методов установления структуры органических веществ. С его помощью были подтверждены структуры многих биологически важных соединений, двуцепочечная структура ДНК и т.п. Современная аппаратура и программное обеспечение позволяют визуализировать расположение ядер атомов, входящих в состав молекулы исследуемого вещества, в пространстве, измерить межъядерное расстояние, то есть длину связи. Хотя кратность ковалентной связи с помощью метода РСА не визуализируется, опытный химик легко по 3D-изображению молекулы восстановит полную структурную формулу исследуемого вещества.

Ретинол, или витамин А, был открыт в 1913 году. В 1931 году швейцарский химик Пауль Каррер описал его химическую структуру, которая окончательно была подтверждена с помощью метода рентгеноструктурного анализа в 1937 году. Установление структуры витамина А отмечено Нобелевской премией по химии в 1937 году. Роль витамина А в зрении была открыта биохимиком Джорджем Уолдом, за что он получил Нобелевскую премию по физиологии и медицине в 1967 году.

На рисунке представлено 3D-изображению молекулы ретинола, полученное методом РСА. Белые участки стержней символизируют атомы водорода, голубые – атомы углерода, красный участок соответствует атому кислорода. Используя данное изображение, выполните приведенные ниже задания.



1. Установите молекулярную формулу ретинола.
2. Приведите структурную формулу ретинола, укажите количество π -связей в его молекуле.
3. Поскольку в чистом виде ретинол не стабилен, его препараты выпускаются в виде ацетата. Ацетат получают при действии ангидрида уксусной кислоты на ретинол. Напишите уравнение этой реакции.
4. Укажите валентные углы, образованные тем атомом углерода в молекуле ретинола, который связан с атомом кислорода.

Максимальное количество баллов за задание – 18 баллов.

Задание №6

При сгорании 4,45 г органического вещества X в 6,44 л (н.у.) кислорода образовалась смесь газов, после приведения которой к нормальным условиям сконденсировалось 3,15 г воды, и осталось газовая смесь с плотностью по водороду 19,1. После пропускания этой смеси через 65 г 34,56%-ного раствора гидроксида калия, массовая доля щелочи в растворе уменьшилась до 7,82 %. Затем оставшуюся газовую смесь пропустили над избытком нагретой меди, в результате чего объем газа уменьшился в пять раз. Установите формулу органического вещества X.

В ответе приведите

- 1) массу углекислого газа, образовавшегося при сгорании органического вещества (г);
- 2) молярную массу вещества X (г/моль);
- 3) массу меди (г), вступившей в реакцию с конечной газовой смесью.

Максимальное количество баллов за задание – 18 баллов.

11 класс

Задание №1

Название этого химического элемента совпадает с именем одного из персонажей известной пьесы великого английского драматурга. Однако, это совершенно случайное совпадение, никакой связи между названием элемента и литературным персонажем нет. Известно, что этот химический элемент был открыт в конце XIX века знаменитой супружеской парой, и его название напрямую связано с одним из супругов.



Укажите:

- о каком химическом элементе идет речь, приведите его название;
- имена учёных, открывших этот химический элемент;
- происхождение названия этого химического элемента;
- персонажем какой пьесы, какого автора является «тёзка» этого химического элемента.

... за портьерой.

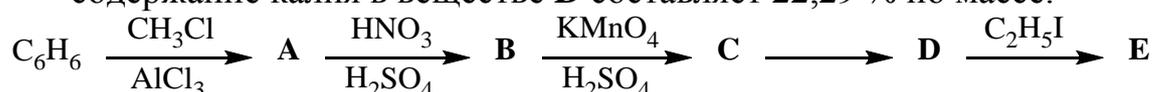
Максимальное количество баллов за задание – 10 баллов.

Задание №2

Хирургия является одной из самых древних отраслей медицины. С момента её появления и по сей день, она спасает человеческие жизни и помогает людям избавиться от некоторых недугов. Современную хирургию невозможно представить без анестетиков – веществ, обладающих способностью вызывать уменьшение чувствительности части тела или всего тела вплоть до полного прекращения восприятия информации об окружающей среде и собственном состоянии. Ниже представлено несколько схем, позволяющих синтезировать известные анестетики, чаще всего используемые для местного применения. Начнём с бензокаина – вещества **Е**, которое в настоящее время применяется в качестве анестетика как местно, так и внутренне. Про вещества, фигурирующие в нижеследующей цепочке, известно:

- вещество **В** содержит один атом азота и заместители в бензольном кольце максимально удалены друг от друга,

- содержание калия в веществе **Д** составляет 22,29 % по массе.



Следующим анестетиком, о котором пойдёт речь, является прокаин или по-другому новокаин – анестетик, ранее широко применявшийся в СССР для местного обезболивания – как при удалении зубов и вскрытии гнойных абсцессов, так и для проведения любых операций под местной анестезией в общей хирургии. В стоматологии прокаин в настоящий момент не применяется – он вытеснен анестетиками на основе артикаина. В общей же хирургии в настоящий момент новокаин заменен лидокаином из-за большей безопасности и эффективности последнего. Сейчас прокаин чаще всего

ходе анализа, и наблюдаемые эффекты он записал в таблицу, представленную ниже. Проанализируйте представленные в таблице данные и выполните задания.

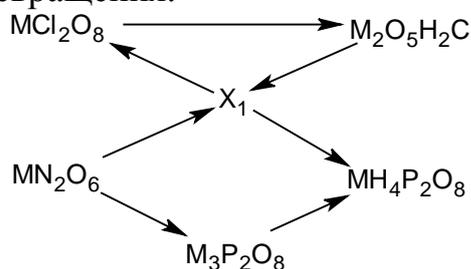
- 1) Предположите, какие соли могли входить в состав смеси, объясните свое предположение.
- 2) Напишите уравнения реакций, которые протекали на этапах анализа 6, 7 и 8.
- 3) Объясните, почему раствор смеси солей имеет слабокислую среду (этап анализа 2).
- 4) Предложите дополнительные эксперименты, которые нужно провести, чтобы подтвердить ваши предположения о составе смеси, напишите уравнения реакций, которые будут протекать в ходе этих экспериментов.

Этап анализа	Операция	Наблюдаемый эффект
1	Растворение смеси солей в воде	Смесь полностью растворилась, раствор бесцветный.
2	Испытание универсальным индикатором	Слабокислая среда, $\text{pH} \approx 4-5$
3	Добавление нескольких капель раствора NaOH к небольшой порции раствора солей	Признаки реакции отсутствуют
4	Каплю раствора на платиновой проволоке внесли в пламя газовой горелки	Пламя окрасилось в фиолетовый цвет
5	Добавление к небольшой порции раствора солей нескольких капель раствора HCl, а затем раствора BaCl ₂	Признаки реакции отсутствуют
6	Добавление к небольшой порции раствора солей нескольких капель раствора NH ₃ до достижения нейтральной среды, затем добавление нескольких капель раствора AgNO ₃	Образовался желтый осадок
7	Осадок отделили от раствора и обработали избытком соляной кислоты.	Часть осадка растворилась с образованием бесцветного раствора, не растворившийся осадок окрашен в светло-желтый цвет.
8	Бесцветный раствор, образовавшийся на этапе 7, обработали раствором Ba(OH) ₂	Образовался белый осадок

Максимальное количество баллов за задание – 18 баллов.

Задание №5

Атомы химического элемента М входят в состав хлорофилла. Простое вещество М – это легкий ковкий металл серебристо-белого цвета. Установите формулы соединений, предложенных в следующей схеме превращений. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить данные превращения.



Максимальное количество баллов за задание – 18 баллов.

Задание №6

В результате сгорания органического гетероциклического соединения, не содержащего кислорода, была получена смесь трёх газов. После приведения к нормальным условиям объем газовой смеси сократился до 20,16 л. Плотность полученной газовой смеси при данных условиях составила 2,113 г/л. Известно, что плотность паров гетероциклического соединения в 2,071 раза больше плотности конечной газовой смеси. Определите состав сгоревшего вещества, а также массу образца, взятую для сжигания. Установите возможное строение гетероцикла, если известно, что он является ароматическим соединением.

(При проведении расчётов растворимостью газов в воде пренебрегите.)

Максимальное количество баллов за задание – 18 баллов.