

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



ОЛИМПИАДА «ГРАНИТ НАУКИ»

ХИМИЯ

**Методические указания для подготовки
к заключительному туру олимпиады
2018/2019 года**

Методические указания к выполнению работы

Основными целями очного заключительного тура олимпиады по химии среди школьников являются популяризация олимпиадного движения, демонстрация значимости химических знаний, развитие интереса к химии, активизация инициативности и самостоятельности учащихся в работе с дополнительной литературой.

При выполнении олимпиадных заданий требуется дать краткое теоретическое обоснование каждого выбранного решения и привести соответствующие уравнения реакций.

Билет содержит задания следующих типов:

- окислительно-восстановительная реакция без указания продуктов;
- цепочка химических реакций по общей и неорганической химии с неизвестными компонентами;
- цепочка химических реакций по органической химии с неизвестными компонентами;
- творческая задача по органической химии;
- задача по общей или неорганической химии повышенной сложности;

Составляя цепочку химических превращений по свойствам элементов и классов неорганических соединений, необходимо соответствующие реакции уравнивать, записать в молекулярной и ионной формах.

В цепочке по свойствам органических соединений реакции следует уравнивать, а также показать условия проведения процессов (температура, катализатор и т.д.).

При составлении цепочек по органической и неорганической химии с неизвестными компонентами необходимо назвать полученные соединения.

Окислительно-восстановительную реакцию требуется уравнивать, используя метод электронного баланса или метод полуреакций, указать процессы окисления и восстановления, окислитель и восстановитель.

Решение творческих и текстовых задач повышенной сложности должно сопровождаться представлением реакции химического процесса, описанного в условии, обоснованными переходами между действиями, ссылками на законы и правила. Все полученные расчетные величины должны быть указаны с единицами измерений. При выполнении такого типа заданий особенно приветствуется представление оригинального решения. Для успешного решения задачи необходимы не только знания фактического материала, но умение участников

логически мыслить и их химическая интуиция.

Содержание, структура и форма проведения работы

Работа выполняется письменно. Продолжительность вступительного испытания составляет 3 (три) астрономических часа. Все необходимые вспомогательные материалы: периодическая система элементов, таблица растворимости соединений, таблица стандартных электродных потенциалов (ряд активности металлов), таблица электроотрицательностей – предоставляются.

Билет олимпиады по химии содержит 6 заданий. Структура всех билетов одинакова. Каждый билет содержит задания, оцениваемые в 5, 15, 20 и 25 баллов. За каждый правильный ответ при решении задания участник получает эквивалентное правильному решению количество баллов. Итоговая оценка (максимум 100 баллов) определяется суммарным количеством набранных баллов за каждое правильно решенное задание или за его часть.

Например, если задача или цепочка химических реакций выполнена частично: правильно составлено уравнение химической реакции или точно установлено количество вещества, то каждый правильный промежуточный результат оценивается эквивалентным количеством баллов.

Билет состоит из следующих заданий:

1. Для предложенной окислительно-восстановительной реакции определить продукты, закончить реакцию и уравнять её, пользуясь методом электронного баланса или методом полуреакций. Реакцию представить в молекулярной и, для реакции, протекающей в растворе, сокращенной ионной форме.

2. Выполнить практическое задание, включающее составление цепочки химических превращений с неизвестными продуктами, соответствующих неорганическому синтезу. Соответствующие реакции необходимо уравнять. При уравнивании окислительно-восстановительных реакций воспользоваться методом электронного баланса или методом полуреакций. Все реакции представить в молекулярной и, для реакций, протекающих в растворе, сокращенной ионной форме.

3. Выполнить практическое задание, включающее составление цепочки химических превращений с неизвестными продуктами, соответствующих органическому синтезу. Составляя цепочку химических превращений по свойствам классов органических соединений, необходимо соответствующие реакции уравнять и указать условия их протекания.

4. Решить задачу из курса общей или неорганической химии, требующей

умений проведения расчетов по химическим формулам и уравнениям реакции.

5. Решить задачу из курса органической химии, требующей знаний химических свойств, способов получения и практического применения основных классов органических соединений.

6. Решить задачу из курса общей или неорганической химии, требующей знаний химических свойств металлов/неметаллов, кислотно-основных свойств оксидов и гидроксидов, отличительных особенностей простых и сложных веществ, качественных реакций катионов и анионов.

Разделы дисциплины, рассматриваемые в заданиях

Раздел 1. Общая химия

1. Атомно-молекулярное учение. Атомы. Молекулы. Моль – единица количества вещества.

2. Современное представление о строении атома. Строение электронных оболочек атомов элементов периодической системы. Изотопы.

3. Периодический закон и периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Их значение для развития химии, физики и технологии.

4. Валентность элементов. Объяснение валентности с точки зрения учения о строении атома. Понятие о степени окисления.

5. Ковалентная связь. Типы ковалентной связи, примеры.

6. Химические формулы, их графическое изображение.

7. Классификация химических реакций: соединения, разложения, замещения, обмена.

8. Тепловой эффект химических реакций. Эндо- и экзотермические превращения. Примеры.

9. Окислительно-восстановительные реакции. Окислитель и восстановитель. Уравнивание окислительно-восстановительных реакций.

10. Обратимость химических реакций. Химическое равновесие и условия его смещения.

11. Скорость химической реакции. Факторы, влияющие на скорость реакции: природа реагирующих веществ, концентрация, температура. Катализ и катализаторы.

12. Закон Авогадро. Следствия из закона Авогадро (число Авогадро, относительная плотность газов, молярный объем).

13. Растворы. Растворимость веществ. Зависимость растворимости веществ от

их природы, температуры и давления. Насыщенные и ненасыщенные растворы. Численное выражение концентрации растворов.

14. Классификация оксидов. Основные способы получения и химические свойства оксидов.

15. Основания. Их типы. Основные химические свойства и получение. Особенности щелочей. Неорганические и органические основания, их строение и свойства.

16. Свойства кислот, оснований, солей согласно теории электролитической диссоциации. Сильные и слабые электролиты. Степень диссоциации.

17. Кислоты. Их общие свойства и способы получения. Реакция нейтрализации.

18. Соли, их классификация. Основные химические свойства и способы получения.

19. Электролиз водных растворов и расплавов солей. Процессы, протекающие у катода и анода.

Раздел 2. Неорганическая химия

Классификация неорганических соединений.

Металлы, их положение в периодической системе, физические и химические свойства. Основные способы получения металлов. Коррозия металлов и борьба с ней.

Щелочные металлы, их характеристика на основе положения в периодической системе и строения атома. Основные химические свойства, их соединения в природе.

Общая характеристика элементов II группы главной подгруппы периодической системы, их соединения в природе.

Алюминий. Характеристика элемента и его соединений на основе положения в периодической системе и строения атома. Амфотерность оксида и гидроксида алюминия. Способы получения металлического алюминия.

Железо. Его оксиды и гидроксиды, зависимость их свойств от степени окисления железа. Химические реакции, лежащие в основе получения чугуна и стали.

Общая характеристика элементов IV группы главной подгруппы периодической системы.

Углерод, его аллотропные формы. Химические свойства углерода. Оксиды углерода (II) и (IV), их химические свойства. Угольная кислота, ее химические

свойства. Свойства солей угольной кислоты.

Кремний. Его физические и химические свойства. Оксид кремния и кремниевая кислота.

Общая характеристика элементов V группы главной подгруппы периодической системы.

Азот. Его основные физические и химические свойства и важнейшие соединения. Оксиды азота и азотная кислота. Химические особенности азотной кислоты. Соли азотной кислоты.

Аммиак. Реакции, лежащие в основе его промышленного синтеза, физические и химические свойства. Соли аммония. Качественная реакция на ион аммония.

Фосфор. Его аллотропные формы, физические и химические свойства. Оксид фосфора (V), фосфорная кислота и ее соли.

Общая характеристика элементов VI группы главной подгруппы периодической системы.

Кислород, его физические и химические свойства, аллотропия. Способы получения.

Сера, ее физические и химические свойства. Основные физические и химические свойства сероводорода и оксидов серы.

Серная кислота, ее свойства. Химические основы получения серной кислоты контактным способом. Качественная реакция на сульфат-ион.

Общая характеристика элементов VII группы главной подгруппы периодической системы. Сравнение их химических свойств. Соединения галогенов в природе.

Галогеноводороды. Их свойства и получение.

Вода, ее физические и химические свойства (взаимодействие с оксидами, металлами, солями). Гидролиз солей.

Жесткость воды. Способы ее устранения.

Раздел 3. Органическая химия

1. Теория строения органических веществ А.М. Бутлерова. Зависимость свойств органических веществ от их строения. Изомерия.

2. Теория химического строения органических соединений А.М. Бутлерова. Электронная природа химических связей в молекулах органических соединений, способы разрыва связей. Понятие о свободных радикалах.

3. Именные реакции в органической химии и их значение. Реакции А.М. Бутлерова, Н.Н. Зинина, Н.Д. Зелинского, М.Г. Кучерова, Ш.А. Вюрца.

4. Природные источники углеводородов. Нефть, способы ее переработки (перегонка, крекинг нефтепродуктов).
5. Основные классы органических соединений.
6. Генетическая связь между классами органических соединений.
7. Гомологический ряд предельных углеводородов (алканов), их электронное и пространственное строение, тип гибридизации. Номенклатура. Физические и химические свойства. Получение. Применение.
8. Карбиды металлов. Их получение и использование в органическом синтезе.
9. Алкены. Тип гибридизации, σ - и π -связи. Номенклатура. Физические и химические свойства. Получение. Применение.
10. Алкадиены. Особенности их строения. Номенклатура. Физические и химические свойства. Получение. Применение.
11. Алкины. Особенности их строения (тип гибридизации, тройная связь). Номенклатура. Физические и химические свойства. Получение. Применение.
12. Реакции полимеризации и поликонденсации. Их практическое использование.
13. Общие понятия химии высокомолекулярных соединений: мономер, полимер, элементарное звено, степень полимеризации. Полиэтилен. Природный и синтетический каучук.
14. Спирты. Строение. Номенклатура. Физические и химические свойства. Получение. Применение. Водородная связь и ее влияние на физические свойства спиртов.
15. Альдегиды. Строение. Номенклатура. Физические и химические свойства. Получение. Применение.
16. Карбоновые кислоты. Строение карбоксильной группы. Номенклатура. Физические и химические свойства. Получение. Применение.
17. Арены. Электронное строение. Номенклатура. Физические и химические свойства. Получение. Применение.
18. Фенол. Строение. Взаимное влияние атомов в молекуле фенола. Химические свойства в сопоставлении со свойствами алифатических спиртов.
19. Нитросоединения. Физические и химические свойства. Получение. Применение.
20. Жиры как представители сложных эфиров. Строение. Получение по реакции этерификации. Химические свойства.
21. Глюкоза. Строение. Химические свойства. Гидролиз.

Примеры решения и оформления заданий типового билета

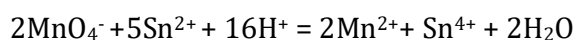
Задание № 1

Закончите и уравняйте окислительно-восстановительную реакцию:

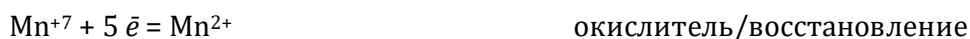


Решение:

1. Степени окисления изменяются у марганца Mn^{+7} и олова Sn^{+2} .
2. Составим уравнение баланса электронов методом полуреакций:



или методом электронного баланса:



3. Расставим полученные коэффициенты в левую и правую части исходного уравнения. Олово окисляется до хлорида олова (IV). Учитывая, что реакция протекает в сернокислой среде, конечными продуктами реакции будут сульфаты всех металлов, а ионы водорода образуют воду. Недостаток сульфат-ионов слева компенсируют 8 моль серной кислоты. В последнюю очередь уравнивают реакцию по водороду (8 H_2O). Проверку следует вести по кислороду (по 40 атомов слева и справа).

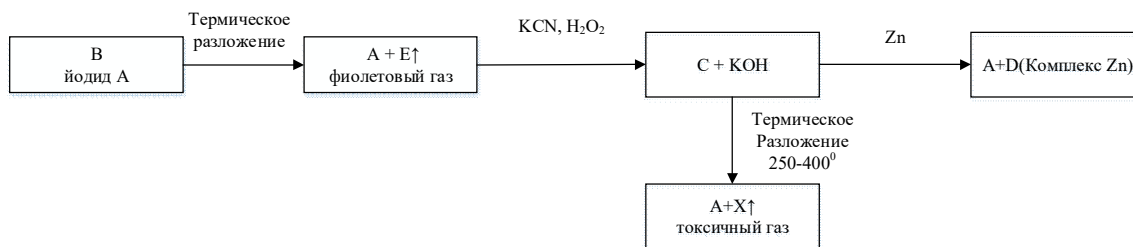
4. Окончательно получаем:



Задание № 2

В результате термического разложения соли **В** элемента **А** ($\omega\% \text{А в В} = 45,95 \%$) выделяется характерный фиолетовый газ **Е** и образуется простое вещество **А**. При растворении простого вещества **А** в растворе цианида калия с добавлением окислителя (H_2O_2) образуется раствор соли **С** с $\text{pH} > 7$. При добавлении к раствору соли **С** металлического цинка выделяется чистое вещество **А** с образованием в растворе комплексной соли цинка **Д**. Если 9,95 г соли **С** подвергнуть термическому разложению при температуре от 250 до 400 °С, получится 5,40 г простого вещества **А** и 0,56 л бесцветного высокотоксичного и огнеопасного газа **Х** с резким запахом. Составьте уравнения реакций согласно приведённой схеме и определите

НЕИЗВЕСТНЫЕ ВЕЩЕСТВА



Решение:

1. Соль **В** – йодид серебра. При термическом разложении по реакции



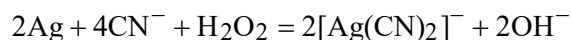
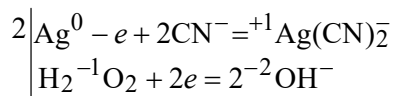
образуется элементарное серебро (простое вещество **А**) и газообразный йод (характерный фиолетовый газ **Е**).

2. Значение массовой доли серебра в йодиде серебра

$$\omega_{\text{Ag}}^{\text{AgI}} = \frac{M_{\text{Ag}}}{M_{\text{AgI}}} \cdot 100\% = \frac{108}{235} \cdot 100 = 45,95\%,$$

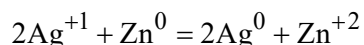
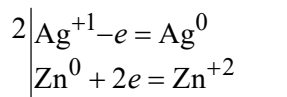
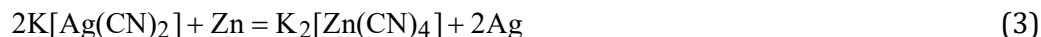
полностью соответствует условию задачи.

3. Серебро в присутствии окислителя (H_2O_2) растворяется в растворе цианида калия с образованием дицианоаргентата (I) калия (вещество **С**) по реакции

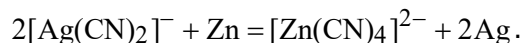


с образованием KOH , что и обеспечивает щелочную ($\text{pH} > 7$) среду раствора. В данном случае сумма полуреакций дает сокращенное ионное уравнение.

4. При добавлении к раствору дицианоаргентата (I) калия металлического цинка выделяется серебро с образованием в растворе тетрацианоцинка калия $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{CN})_4]$ (вещество **Д**)

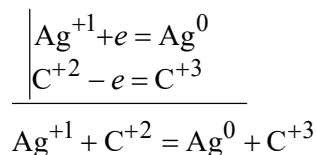
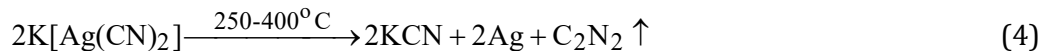


Реакция уравнена методом баланса электронов. Её следует дополнить ионной формой уравнения реакции



5. При термическом разложении дицианоаргентата (I) калия в температурном

интервале от 250 до 400 °С образуется элементарное серебро и выделяется циан C₂N₂ (газ X) – бесцветный, высокотоксичный, огнеопасный газ с резким запахом



Реакция протекает не в растворе, следовательно, ионное уравнение не требуется.

6. Согласно уравнению реакции (4)

$$n_{\text{Ag}} = n_{\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]} \text{ и } n_{\text{C}_2\text{N}_2} = 0,5 \cdot n_{\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]}$$

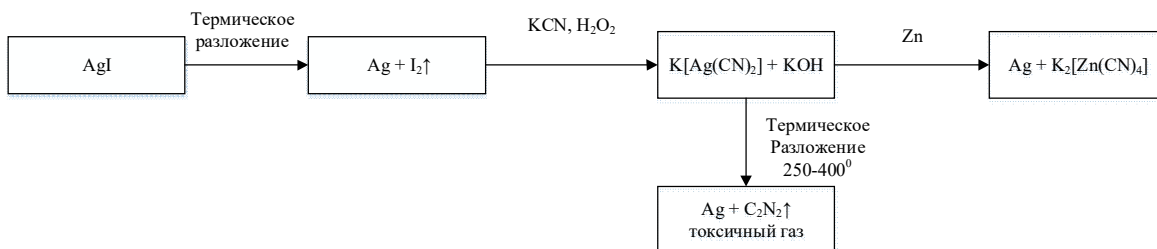
$$7. M_{\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]} = M_{\text{K}} + M_{\text{Ag}} + 2M_{\text{C}} + 2M_{\text{N}} = 39 + 108 + 2 \cdot 12 + 2 \cdot 14 = 199 \text{ г/моль}$$

$$8. M_{\text{C}_2\text{N}_2} = 2M_{\text{C}} + 2M_{\text{N}} = 2 \cdot 12 + 2 \cdot 14 = 52 \text{ г/моль}$$

$$9. n_{\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]} = \frac{m_{\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]}}{M_{\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]}} = \frac{9,95}{199} = 0,05 \text{ моль}$$

$$10. n_{\text{Ag}} = \frac{m_{\text{Ag}}}{M_{\text{Ag}}} = \frac{5,40}{108} = 0,05 \text{ моль} = n_{\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]} \text{ - соответствует балансу.}$$

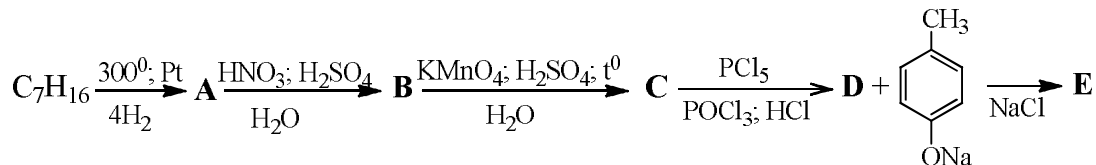
$$11. n_{\text{C}_2\text{N}_2} = \frac{m_{\text{C}_2\text{N}_2}}{V_M} = \frac{0,56}{22,4} = 0,025 \text{ моль} = 0,5n_{\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]}$$



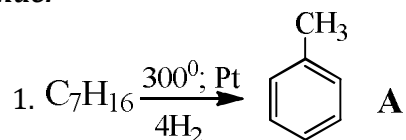
Ответ: А – Ag; В – AgI; С – K[Ag(CN)₂]; D – K₂[Zn(CN)₄]; E – I₂; X – C₂N₂.

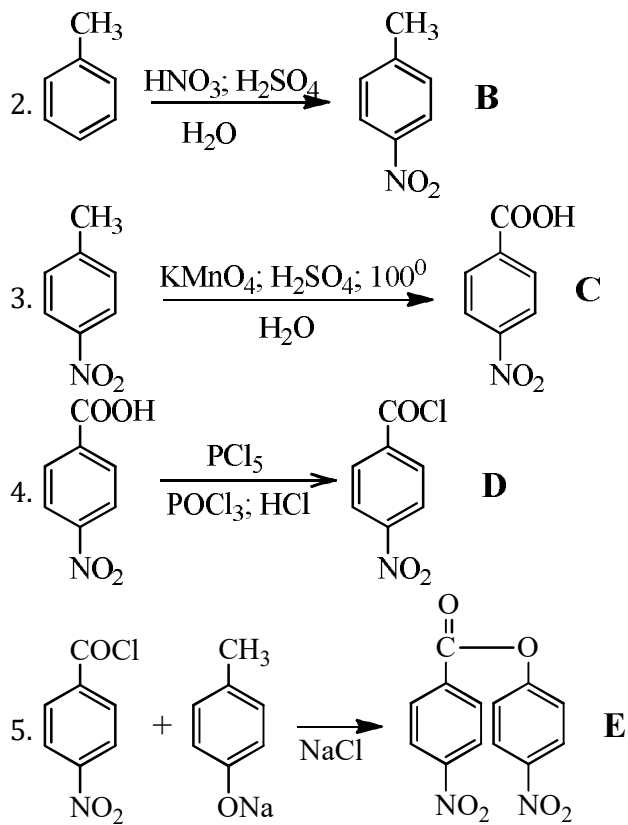
Задание № 3

Напишите полные уравнения всех последовательных реакций, соответствующих схеме



Решение:



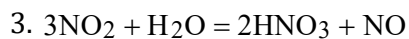
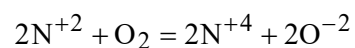
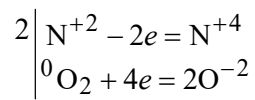
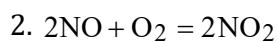
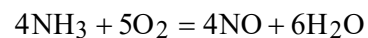
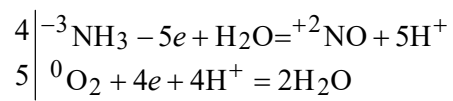
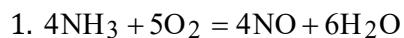


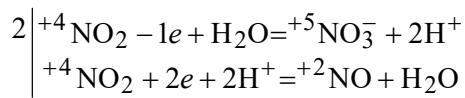
Задание № 4

Напишите реакции получения азотной кислоты из аммиака и рассчитайте расход аммиака и воздуха (в пересчёте на н.у.) на производство 1 т продукта с массовой долей азотной кислоты 50 % при степени окисления аммиака в оксид азота 95 %, выходе оксида азота (IV) 92 % и степени его абсорбции 96 %.

Решение:

Уравнения реакций синтеза азотной кислоты





Расчет азотной кислоты

$$4. m_{\text{HNO}_3} = \frac{\omega_{\text{HNO}_3}}{100} \cdot m_{\text{р-р}} = \frac{50}{100} \cdot 1000 \text{ кг} = 500 \text{ кг}.$$

$$5. M_{\text{HNO}_3} = M_{\text{H}} + M_{\text{N}} + 3M_{\text{O}} = 1 + 14 + 3 \cdot 16 = 63 \text{ г/моль}.$$

$$6. n_{\text{HNO}_3} = \frac{m_{\text{HNO}_3}}{M_{\text{HNO}_3}} = \frac{500 \cdot 10^3 \text{ г}}{63 \text{ г/моль}} = 7,94 \text{ кмоль}.$$

7. Понятия «степень окисления аммиака», «выход оксида азота (IV)» и «степень абсорбции» эквивалентны понятию «выход продукта»:

$$E = \frac{m^{\text{пр}}}{m^{\text{т}}} \cdot 100\% = \frac{n^{\text{пр}}}{n^{\text{т}}} \cdot 100\%.$$

$$8. \text{ По реакции (3) } n_{\text{NO}_2}^{\text{пр}} = \frac{3}{2} n_{\text{HNO}_3} = 1,5 \cdot 7,94 = 11,91 \text{ кмоль}.$$

9. С учётом выхода продукта:

$$n_{\text{NO}_2}^{\text{т}} = \frac{n_{\text{NO}_2}^{\text{пр}}}{E} \cdot 100 = \frac{11,91}{96} \cdot 100 = 12,41 \text{ кмоль}.$$

$$10. \text{ По реакции (2) } n_{\text{NO}}^{\text{пр}} = n_{\text{NO}_2} = 12,41 \text{ кмоль}.$$

11. С учётом выхода продукта:

$$n_{\text{NO}}^{\text{т}} = \frac{n_{\text{NO}}^{\text{пр}}}{E} \cdot 100 = \frac{12,41}{92} \cdot 100 = 13,49 \text{ кмоль}.$$

$$12. \text{ По реакции (1) } n_{\text{NH}_3}^{\text{пр}} = n_{\text{NO}} = 13,49 \text{ кмоль}.$$

13. С учётом выхода продукта:

$$n_{\text{NH}_3}^{\text{т}} = \frac{n_{\text{NH}_3}^{\text{пр}}}{E} \cdot 100 = \frac{13,49}{95} \cdot 100 = 14,20 \text{ кмоль}.$$

$$14. V_{\text{NH}_3} = n_{\text{NH}_3} \cdot V_M = 14,20 \cdot 10^3 \cdot 22,4 = 318,08 \text{ м}^3.$$

Расчёт расхода воздуха ведут по кислороду

$$15. \text{ По реакции (1) } n_{\text{O}_2}^{\text{NH}_3} = \frac{5}{4} n_{\text{NH}_3} = \frac{5}{4} \cdot 14,20 = 17,75 \text{ кмоль}.$$

$$16. \text{ По реакции (2) } n_{\text{O}_2}^{\text{NO}} = \frac{1}{2} n_{\text{NO}} = 0,5 \cdot 14,20 = 7,10 \text{ кмоль}.$$

$$17. n_{\text{O}_2} = n_{\text{O}_2}^{\text{NH}_3} + n_{\text{O}_2}^{\text{NO}} = 17,75 + 7,10 = 24,85 \text{ кмоль}.$$

$$18. V_{O_2} = n_{O_2} \cdot V_M = 24,85 \cdot 10^3 \cdot 22,4 = 556,64 \text{ м}^3.$$

$$19. V_{\text{возд.}} = \frac{V_{O_2}}{\varphi_{O_2}} \cdot 100\% = \frac{556,64}{21} \cdot 100 = 2650,67 \text{ м}^3.$$

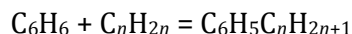
Ответ: на производство 1 т продукта с массовой долей азотной кислоты 50 %, в пересчёте на н.у., расход аммиака составляет 318,08 м³, расход воздуха равен 2650,67 м³

Задание № 5

Углеводород **A**, простейшая формула которого C₄H₅, получен в результате моноалкилирования бензола алкеном. Установить структуру вещества **A** и указать, какой алкен использован.

Решение:

Углеводород **A** образуется в результате реакции между бензолом и алкеном C_nH_{2n}:



Простейшая формула вещества **A** – C₄H₅, поэтому должно выполняться условие:

$$\frac{\nu_C}{\nu_H} = \frac{6+n}{6+2n} = \frac{4}{5} \Rightarrow n = 2$$

Молекулярная формула **A** – C₈H₁₀.

Существует 4 изомера C₈H₁₀:

- этилбензол;
- о-диметилбензол;
- м-диметилбензол;
- п-диметилбензол.

Только этилбензол может быть получен реакцией между бензолом и алкеном.

Таким образом, **A** – этилбензол, алкен – этен (этилен).

Задание № 6

Сера является вредной примесью в чугуне и стали, ухудшающей свойства металла. Основная часть серы вносится в доменную печь с коксом, меньшая доля с агломератом. При выплавке передельного чугуна вместе с отходящими газами удаляется только 15 % серы. Одним из способов удаления серы из чугуна является ее связывание в сульфид марганца. Марганец добавляют в виде марганцевой руды на стадии формирования шихты. Составьте уравнения реакций, протекающих в

доменной печи, учитывая, что восстановление металлов происходит по реакции с угарным газом. В расчете на 100 т агломерата, содержащего массовую долю оксида железа (III) 80 %, массовую долю оксида железа (II) 14 % и массовую долю серы 0,1 %, рассчитать массу кокса с зольностью 10 % и массовой долей серы 3,5 %, требуемую для приготовления шихты, и массу марганцевой руды с массовой долей оксида марганца (IV) 87 %, которую надо добавить в шихту, если получаемый передельный чугун должен содержать массовую долю марганца 1,5 %, массовую долю углерода 4 %, а массовая доля серы в чугуне не должна превышать 0,01 %. Массу кокса берут в 10 % избытке по отношению к стехиометрическому количеству, требуемому для восстановления железа.

Решение:

1. $2C + O_2 = 2CO$.
2. $3Fe_2O_3 + CO = 2Fe_3O_4 + CO_2$.
3. $Fe_3O_4 + CO = 3FeO + CO_2$.
4. $FeO + CO = Fe + CO_2$.
5. $S + O_2 = SO_2$.
6. $MnO_2 + 2CO = Mn + 2CO_2$.
7. $Mn + S = MnS$.

Расчет агломерата

8. $m_{Fe_2O_3} = \frac{\omega_{Fe_2O_3}}{100} \cdot m_{агл.} = \frac{80}{100} \cdot 100 = 80 \text{ т.}$
9. $M_{Fe_2O_3} = 2M_{Fe} + 3M_O = 2 \cdot 56 + 3 \cdot 16 = 160 \text{ г/моль.}$
10. $n_{Fe_2O_3} = \frac{m_{Fe_2O_3}}{M_{Fe_2O_3}} = \frac{80 \cdot 10^6}{160} = 0,5 \cdot 10^6 \text{ моль.}$
11. $m_{FeO} = \frac{\omega_{FeO}}{100} \cdot m_{агл.} = \frac{14}{100} \cdot 100 = 14 \text{ т.}$
12. $M_{FeO} = M_{Fe} + M_O = 56 + 16 = 72 \text{ г/моль.}$
13. $n_{FeO}^{агл.} = \frac{m_{FeO}}{M_{FeO}} = \frac{14 \cdot 10^6}{72} = 0,19 \cdot 10^6 \text{ моль.}$
14. $m_S^{агл.} = \frac{\omega_S}{100} \cdot m_{агл.} = \frac{0,1}{100} \cdot 100 = 0,1 \text{ т} = 100 \text{ кг}$
15. По реакциям [2] и [3], $Fe_2O_3 \rightarrow 2FeO$,
 $n_{FeO}^{Fe_2O_3} = 2n_{Fe_2O_3} = 2 \cdot 0,5 \cdot 10^6 = 1 \cdot 10^6 \text{ моль.}$
16. $n_{FeO} = n_{FeO}^{агл.} + n_{FeO}^{Fe_2O_3} = (0,19 + 1) \cdot 10^6 = 1,19 \cdot 10^6 \text{ моль.}$

Расчет чугуна

17. По реакции [4] $n_{Fe} = n_{FeO} = 1,19 \cdot 10^6 \text{ моль.}$
18. $m_{Fe} = n_{Fe} \cdot M_{Fe} = 1,19 \cdot 10^6 \cdot 56 = 66,64 \cdot 10^6 \text{ г} = 66,64 \text{ т.}$
19. $\omega_{Fe}^{чуг.} = 100 - \omega_{Mn} - \omega_C - \omega_S = 100 - 1,5 - 4 - 0,01 = 94,49 \text{ \%}.$

$$20. m_{\text{чуг.}} = \frac{m_{\text{Fe}}}{M_{\text{Fe}}} \cdot 100 = \frac{66,64}{94,49} \cdot 100 = 70,526 \text{ т.}$$

$$21. m_{\text{Mn}}^{\text{чуг.}} = \frac{\omega_{\text{Mn}}}{100} \cdot m_{\text{чуг.}} = \frac{1,5}{100} \cdot 70,526 = 1,058 \text{ т.}$$

$$22. m_{\text{C}}^{\text{чуг.}} = \frac{\omega_{\text{C}}}{100} \cdot m_{\text{чуг.}} = \frac{4}{100} \cdot 70,526 = 2,821 \text{ т.}$$

$$23. m_{\text{S}}^{\text{чуг.}} = \frac{\omega_{\text{S}}}{100} \cdot m_{\text{чуг.}} = \frac{0,01}{100} \cdot 70,526 = 7,05 \cdot 10^{-3} \text{ т} = 7,05 \text{ кг.}$$

Расчет кокса

24. По реакции $\text{FeO} + \text{CO} = \text{Fe} + \text{CO}_2$
 $n_{\text{CO}} = n_{\text{FeO}} = 1,19 \cdot 10^6 \text{ моль.}$

25. По реакции $2\text{C} + \text{O}_2 = 2\text{CO}$
 $n_{\text{C}}^{\text{FeO}} = n_{\text{CO}} = 1,19 \cdot 10^6 \text{ моль.}$

26. $m_{\text{C}}^{\text{FeO}} = n_{\text{C}}^{\text{FeO}} \cdot M_{\text{C}} = 1,19 \cdot 10^6 \cdot 12 = 14,28 \cdot 10^6 \text{ г} = 14,28 \text{ т.}$

27. $m_{\text{C}} = m_{\text{C}}^{\text{FeO}} + m_{\text{C}}^{\text{чуг.}} = 14,28 + 2,821 = 17,101 \text{ т.}$

28. $\omega_{\text{C}} = 100 - \omega_{\text{зола}} - \omega_{\text{S}} = 100 - 10 - 3,5 = 86,5\%.$

29. $m_{\text{кокс}} = \frac{m_{\text{C}}}{\omega_{\text{C}}} \cdot 100 = \frac{17,101}{86,5} \cdot 100 = 19,77 \text{ т.}$

30. С учетом избытка: $m_{\text{кокс}} = 1,1 \cdot 19,77 = 21,747 \text{ т.}$

31. $m_{\text{S}}^{\text{кокс}} = \frac{\omega_{\text{S}}}{100} \cdot m_{\text{кокс}} = \frac{3,5}{100} \cdot 21,747 = 0,761 \text{ т} = 761 \text{ кг.}$

Расчет марганцевой руды

32. $m_{\text{S}} = m_{\text{S}}^{\text{кокс}} + m_{\text{S}}^{\text{агл.}} = 761 + 100 = 861 \text{ кг.}$

33. $m_{\text{S}}^{\text{Mn}} = m_{\text{S}} - 0,15 \cdot m_{\text{S}} - m_{\text{S}}^{\text{чуг.}} = 0,85 \cdot 861 - 7,05 = 724,8 \text{ кг.}$

34. $n_{\text{S}} = \frac{m_{\text{S}}}{M_{\text{S}}} = \frac{724,8 \cdot 10^3}{32} = 22,65 \cdot 10^3 \text{ моль.}$

35. По реакции $\text{Mn} + \text{S} = \text{MnS}$
 $n_{\text{Mn}}^{\text{S}} = n_{\text{S}} = 22,65 \cdot 10^3 \text{ моль.}$

36. $m_{\text{Mn}}^{\text{S}} = n_{\text{Mn}}^{\text{S}} \cdot M_{\text{Mn}} = 22,65 \cdot 10^3 \text{ моль.}$

37. $m_{\text{Mn}} = m_{\text{Mn}}^{\text{чуг.}} + m_{\text{Mn}}^{\text{S}} = 1058 \text{ кг} + 1246 \text{ кг} = 2304 \text{ кг.}$

38.
$$\left. \begin{aligned} n_{\text{MnO}_2} &= n_{\text{Mn}} = \frac{m_{\text{Mn}}}{M_{\text{Mn}}} \\ m_{\text{MnO}_2} &= n_{\text{MnO}_2} \cdot M_{\text{MnO}_2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow m_{\text{MnO}_2} = m_{\text{Mn}} \cdot \frac{M_{\text{MnO}_2}}{M_{\text{Mn}}} = 2304 \cdot \frac{87}{55} = 3644,51 \text{ кг.}$$

39. $m_{\text{руды}} = \frac{m_{\text{MnO}_2}}{\omega_{\text{MnO}_2}} \cdot 100 = \frac{3644,51}{87} \cdot 100 = 4189,1 \text{ кг} = 4,19 \text{ т.}$

Составитель: Н.В. Джевага

Список рекомендованной литературы

1. Василевская Е.И., Свиридова Т.В. Методы решения задач по общей химии: учеб. Пособие / Минск: Вышш.шк., 2007, 128 с.
2. Габриелян О.С. Химия: пособие для школьников старших классов и поступающих в ВУЗы. - М.: Дрофа, 2006, 704 с.
3. Глазкова О.В., Ивлев В.И., Сысманова Н.Ю. Азбука химии / Учебное пособие - Саранск: Референт, 2012, 42 с.2.
4. Кузьменко Н.Е., Еремин В.В. 2500 задач по химии с решениями для поступающих в вузы. – М.: Мир и образование, 2007, 560 с.
5. Кузьменко Н.Е., Еремин В.В., Попков В.А. Начала химии. Современный курс для поступающих в вузы. – М.: Экзамен, 2010, 768 с.
6. Кузьменко Н.Е., Еремин В.В., Чуранов С.С. Сборник конкурсных задач по химии. – М.: Экзамен, 2008, 464 с.
7. Левицкий М.М. О химии серьезно и с улыбкой / М., Издательство «ИКЦ «Академкнига», 2005, 287 с.
8. Леенсон И.А. Удивительная химия / М., Издательство «НЦ ЭНАС», 2006, 176 с.
9. Степин Б.Д., Алиакберова Л.Ю. Занимательные задания по химии / М., Издательство «Дрофа», 2006, 430 с.
10. Хомченко Г. П. Пособие по химии для поступающих в ВУЗы - М., 2002, 480 с.
11. Цветков Л.А. Органическая химия: учебник для учащихся 10 - 11 кл. общеобразовательных учеб. заведений / М., 2012, 271 с.

Содержание

Методические указания к выполнению работы	2
Содержание, структура и форма проведения работы.....	3
Разделы дисциплины, рассматриваемые в заданиях	4
Примеры решения и оформления заданий типового билета	8
Задание № 1	8
Задание № 2	8
Задание № 3	10
Задание № 4	11
Задание № 5	13
Задание № 6	13
Список рекомендованной литературы.....	16
Содержание.....	17