

11 класс

Задача 1. 15 баллов

Вариант 1. Медь-содержащие металл-органические каркасные структуры привлекают в настоящее время интерес исследователей как перспективные катализаторы сгорания ракетного топлива. В рамках выполнения работ в данном направлении студентам Кате и Коле было предложено приготовить металлоорганическое каркасное соединение на основе терефталата меди. Студенты суспензировали в N,N-диметилформамиде смесь тригидрата нитрата меди и терефталевой (1,4-бензолдикарбоновой кислоты), поместили суспензию в автоклав и выдержали 36 часов при 100 °С.

Для полученного синего осадка Коля провел термогравиметрический анализ (т.е., изучил изменение массы с ростом температуры). Оказалось, что в атмосфере аргона в диапазоне температур 200 – 400 °С наблюдается один участок изменения массы, потеря массы при этом составляет 24,3%.

Катя провела титриметрический анализ образца. Она взяла навеску осадка массой 0,217 г, добавила к ней 20 мл концентрированной азотной кислоты и прокипятила до почти полного выкипания кислоты. Такое «мокрое озоление» было повторено ею 2 раза. После этого она обработала полученный остаток азотной кислотой, довела pH раствора аммиаком до 9,0, добавила индикатор мурексид и оттитровала 0,05 М раствором трилона Б. После добавления 14,4 мл раствора трилона Б окраска раствора изменилась с лимонно-желтой на лиловую.

Какой же состав имело полученное вещество? Какие еще методы определения его состава и строения могли быть использованы студентами?

Вариант 2. Медь-содержащие металл-органические каркасные структуры привлекают в настоящее время интерес исследователей как перспективные катализаторы сгорания ракетного топлива. В рамках выполнения работ в данном направлении студентам Кате и Коле было предложено приготовить металлоорганическое каркасное соединение на основе терефталата меди. Студенты суспензировали в N,N-диметилацетамиде смесь тригидрата нитрата меди и терефталевой (1,4-бензолдикарбоновой кислоты), поместили суспензию в автоклав и выдержали 36 часов при 100 °С.

Для полученного синего осадка Катя провела термогравиметрический анализ (т.е., изучила изменение массы с ростом температуры). Оказалось, что в атмосфере аргона в диапазоне температур 200 – 400 °С наблюдается один участок изменения массы, потеря массы при этом составляет 27,7%.

Коля выполнил титриметрический анализ образца. Она взял навеску осадка массой 0,212 г, добавил к ней 20 мл концентрированной азотной кислоты и прокипятил до почти полного выкипания кислоты. Такое «мокрое озоление» было повторено ею 2 раза. После этого он обработал полученный остаток азотной кислотой, довел pH раствора аммиаком

до 9,0, добавил индикатор мурексид и оттитровала 0,05 М раствором трилона Б. После добавления 13,5 мл раствора трилона Б окраска раствора изменилась с лимонно-желтой на лиловую.

Какой же состав имело полученное вещество? Какие еще методы определения его состава и строения могли быть использованы студентами?

Вариант 3. Цинк-содержащие металл-органические каркасные структуры привлекают в настоящее время интерес исследователей как прекурсоры веществ с высокой протонной проводимостью. В рамках выполнения работ в данном направлении студентам Кате и Коле было предложено приготовить металлорганическое каркасное соединение на основе терефталата цинка. Студенты суспензировали в N,N-диметилформамиде смесь гексагидрата нитрата цинка и терефталевой (1,4-бензолдикарбоновой кислоты), поместили суспензию в автоклав и выдержали 4 дня при 120 °С.

Для полученных бесцветных кристаллов Коля провел термогравиметрический анализ (т.е., изучил изменение массы с ростом температуры). Оказалось, что в атмосфере аргона в диапазоне температур 200 – 400 °С наблюдается один участок изменения массы, потеря массы при этом составляет 2,94%.

Катя провела титриметрический анализ образца. Она взяла навеску кристаллов массой 0,187 г, добавила к ней 20 мл концентрированной азотной кислоты и прокипятила до почти полного выкипания кислоты. Такое «мокрое озоление» было повторено ею 2 раза. После этого она обработала полученный остаток азотной кислотой, довела рН раствора аммиаком до 9,0, добавила индикатор хромоген черный Т и оттитровала 0,05 М раствором трилона Б. После добавления 15,1 мл раствора трилона Б окраска раствора изменилась с красной на синюю.

Какой же состав имело полученное вещество? Какие еще методы определения его состава и строения могли быть использованы студентами?

Задача 2. 15 баллов

Вариант 1. Навеску органического вещества массой 2,36 г сожгли в атмосфере кислорода. Выделившиеся продукты последовательно пропустили через U-образные трубки с фосфорным ангидридом, чешуйками едкого натра, раскаленными медными и раскаленным магниевыми стружками. При этом массы первых трех трубок увеличились на 1,08, 3,52 и 5,04 г, соответственно, а масса последней не изменилась. Когда такую же массу вещества обработали избытком реактива Толленса, выпал осадок массой 8,64 г.

А) Приведите брутто-формулу исходного вещества, если известно, что продукты сгорания не обесцвечивают бромную воду. Предложите его строение.

Б) Как изменятся массы трубок с поглотителями, если поменять фосфорный ангидрид и едкий натр местами?

В) Какой объем кислорода, приведенный к н.у., был взят?

Вариант 2. Навеску органического вещества массой 2,70 г сожгли в атмосфере кислорода. Выделившиеся продукты последовательно пропустили через U-образные трубки с фосфорным ангидридом, чешуйками едкого натра, раскаленными медными и раскаленным магниевыми стружками. При этом массы первых трех трубок увеличились на 1,62, 3,96 и 3,08 г, соответственно, а масса последней не изменилась. Когда такую же массу вещества обработали избытком реактива Толленса, выпал осадок массой 6,48 г.

А) Приведите брутто-формулу исходного вещества, если известно, что продукты сгорания не обесцвечивают бромную воду. Предложите его строение.

Б) Как изменятся массы трубок с поглотителями, если поменять фосфорный ангидрид и едкий натр местами?

В) Какой объем кислорода, приведенный к н.у., был взят?

Вариант 3. Навеску органического вещества массой 1,76 г сожгли в атмосфере кислорода. Выделившиеся продукты последовательно пропустили через U-образные трубки с фосфорным ангидридом, чешуйками едкого натра, раскаленными медными и раскаленным магниевыми стружками. При этом массы первых трех трубок увеличились на 0,72, 1,76 и 3,22 г, соответственно, а масса последней не изменилась. Когда такую же массу вещества обработали избытком реактива Толленса, выпал осадок массой 6,48 г.

А) Приведите брутто-формулу исходного вещества, если известно, что продукты сгорания не обесцвечивают бромную воду. Предложите его строение.

Б) Как изменятся массы трубок с поглотителями, если поменять фосфорный ангидрид и едкий натр местами?

В) Какой объем кислорода, приведенный к н.у., был взят?

Задача 3. 15 баллов

Вариант 1. В 1808 году Гей-Люссак при проведении реакции между бесцветными газами **A** и **B** (плотности по водороду 8.5 и 33.9 соответственно) при комнатной температуре в закрытом стеклянном сосуде наблюдал образование твердого белого порошка **C** в качестве единственного продукта. При кипячении **C** со щёлочью выделяется газ **A**. При термическом разложении соединения **C** образуется огнеупорный керамический материал **D**.

Определите соединения **A**, **B**, **C**, **D**, напишите уравнения всех протекающих реакций. Какого типа связь реализуется в соединении **C**? Изобразите его пространственную структуру.

Вариант 2. При проведении реакции между бесцветными газами **A** и **B** (плотности по азоту 0.607 и 4.184 соответственно) при комнатной температуре в закрытом стеклянном сосуде наблюдается образование твердого белого порошка **C** в качестве единственного продукта. При кипячении **C** со щёлочью выделяется газ **A**. При термическом разложении соединения **C** образуется огнеупорный керамический материал **D**.

Определите соединения **A**, **B**, **C**, **D**, напишите уравнения всех протекающих реакций. Какого типа связь реализуется в соединении **C**? Изобразите его пространственную структуру.

Вариант 3. При проведении реакции между бесцветными газами **A** и **B** (плотности по метану 1.063 и 6.5 соответственно) при комнатной температуре в закрытом стеклянном сосуде наблюдается образование твердого белого соединения **C** в качестве единственного продукта. При кипячении **C** со щёлочью выделяется газ **A**. При термическом разложении соединения **C** образуется термостойкий керамический материал **D**.

Определите соединения **A**, **B**, **C**, **D**, напишите уравнения всех протекающих реакций. Какого типа связь реализуется в соединении **C**? Изобразите его пространственную структуру.

Вариант 4. Бесцветные газы **A** и **B** (плотности по гелию 8.5 и 31.98, соответственно) при комнатной температуре в закрытом стеклянном сосуде реагируют с образованием твердого белого соединения **C** в качестве единственного продукта реакции. При обработке **C** раствором щёлочи в инертной атмосфере выделяется газ **A**. Газ **B** термически неустойчив и при нагревании разлагается.

Определите соединения **A**, **B**, **C**, напишите уравнения всех протекающих реакций. Какую среду имеет водный раствор соединения **B**? Какого типа связь реализуется в соединении **C**? Предложите лабораторные способы синтеза газа **A**.

Задача 4. 10 баллов

Вариант 1. В газовых плитах многоквартирных домов обычно используется природный газ – метан, в то время как на дачах приготовление пищи происходит с использованием бутана, пропана или их смеси. Напишите термохимические уравнения реакций горения метана и пропана. Исходя из справочных данных, рассчитайте, при полном сгорании одинаковой массы какого газа, метана или пропана, выделяется больше тепла? $Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}) = 242$ кДж/моль, $Q_{\text{обр}}(\text{CO}_{2(\text{г})}) = 394$ кДж/моль, $Q_{\text{обр}}(\text{CH}_{4(\text{г})}) = 75$ кДж/моль, $Q_{\text{обр}}(\text{C}_2\text{H}_{6(\text{г})}) = 85$ кДж/моль, $Q_{\text{обр}}(\text{C}_3\text{H}_{8(\text{г})}) = 105$ кДж/моль, $Q_{\text{обр}}(\text{C}_4\text{H}_{10(\text{г})}) = 126$ кДж/моль.

Вариант 2. В газовых плитах многоквартирных домов обычно используется природный газ – метан, в то время как на дачах приготовление пищи происходит с использованием бутана, пропана или их смеси. Напишите термохимические уравнения реакций горения метана и бутана. Исходя из справочных данных, рассчитайте, при полном сгорании одинаковой массы какого газа, метана или бутана, выделяется больше тепла? $Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}) = 242$ кДж/моль, $Q_{\text{обр}}(\text{CO}_{2(\text{г})}) = 394$ кДж/моль, $Q_{\text{обр}}(\text{CH}_{4(\text{г})}) = 75$ кДж/моль, $Q_{\text{обр}}(\text{C}_2\text{H}_{6(\text{г})}) = 85$ кДж/моль, $Q_{\text{обр}}(\text{C}_3\text{H}_{8(\text{г})}) = 105$ кДж/моль, $Q_{\text{обр}}(\text{C}_4\text{H}_{10(\text{г})}) = 126$ кДж/моль

Задача 5. 15 баллов

На планете Кассиопея инопланетяне научились управлять электронами и получать химические соединения, используя максимальное для данного элемента число электронов. При этом степень окисления другого элемента может остаться привычной для нас. Например, на планете Кассиопея возможно получение соединения натрия с хлором состава NaCl_{11} , или для железа с кислородом состава FeO_{13} .

Известно, что число атомов галогена, которые могут присоединить элементы X и Y отличается на 4. Если для элемента X галоген заменить кислородом, то число присоединенных атомов галогена для Y и кислорода для X будет отличаться на 6.

О каких элементах идет речь? Могут ли эти элементы взаимодействовать между собой на планете Земля? Если могут, то напишите уравнение этой химической реакции

Вариант 2. На планете Кассиопея инопланетяне научились управлять электронами и получать химические соединения, используя максимальное для данного элемента число электронов. При этом степень окисления другого элемента может остаться привычной для нас. Например, на планете Кассиопея возможно получение соединения натрия с хлором состава NaCl_{11} , или для железа с кислородом состава FeO_{13} .

Известно, что число атомов галогена, которые могут присоединить элементы X и Y на планете Кассиопея отличается на 2. Если для элемента X галоген заменить кислородом, то число присоединенных атомов галогена для Y и кислорода для X будет отличаться на 5.

О каких элементах идет речь? Могут ли эти элементы взаимодействовать между собой на планете Земля?

Вариант 3. На планете Кассиопея инопланетяне научились управлять электронами и получать химические соединения, используя максимальное для данного элемента число электронов. При этом степень окисления другого элемента может остаться привычной для нас. Например, на планете Кассиопея возможно получение соединения натрия с хлором состава NaCl_{11} , или для железа с кислородом состава FeO_{13}

Известно, что число атомов галогена, которые могут присоединить элементы X и Y на планете Кассиопея отличается на 13. Если для элемента X галоген заменить кислородом, а для Y азотом, то число присоединенных атомов кислорода и азота будет отличаться на 10.

О каких элементах идет речь? Могут ли эти элементы взаимодействовать между собой на планете Земля?

Задача 6 15 баллов

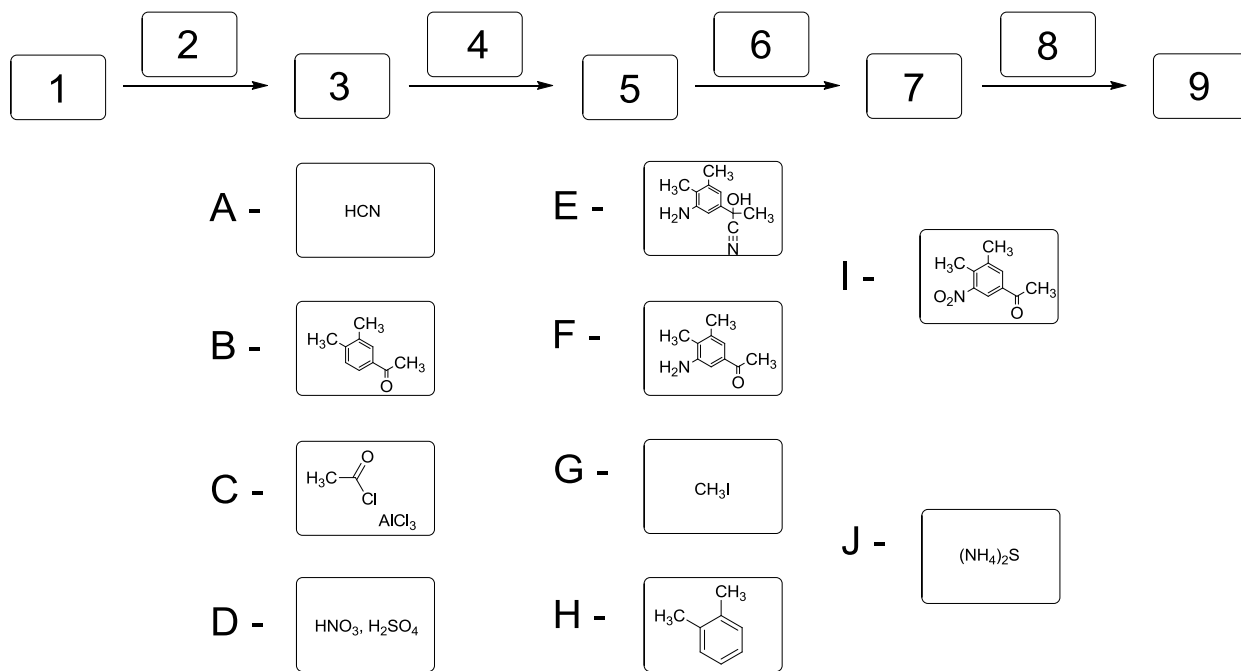
Вариант 1. Смесь фосфористой и фосфорной кислот обработали стехиометрическим количеством йода, необходимого для ее окисления. На последующую нейтрализацию полученной смеси (до получения средних солей) было потрачено 100 г 4,4% раствора NaOH . Определить содержание кислот в исходной смеси в масс%, если на нейтрализацию исходной смеси было потрачено 72,7 г раствора щелочи такой же концентрации.

Вариант 2. Смесь фосфорноватистой и фосфористой кислот обработали стехиометрическим количеством йода, необходимого для ее окисления. На последующую нейтрализацию полученной смеси (до получения средних солей) было потрачено 532 г 20% раствора KOH . Определить содержание кислот в исходной смеси в масс%, если на нейтрализацию исходной смеси было потрачено 364 г раствора щелочи такой же концентрации.

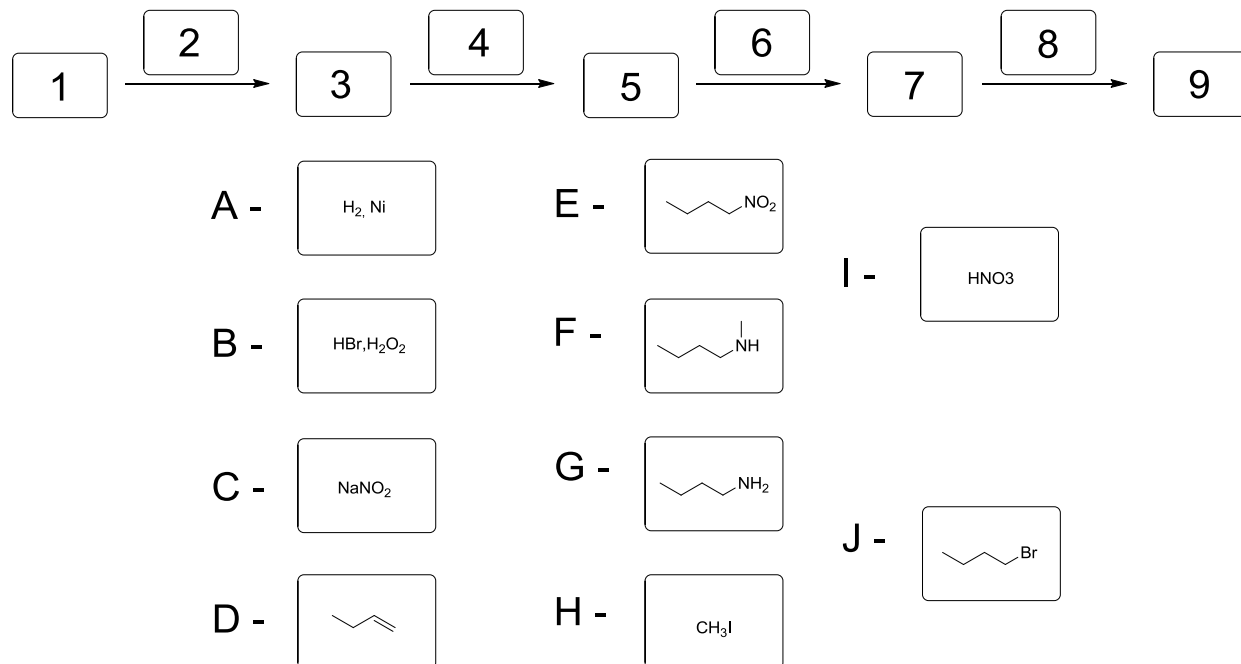
Вариант 3. Смесь фосфорноватистой и фосфористой кислот обработали стехиометрическим количеством йода, необходимого для ее окисления. На последующую нейтрализацию полученной смеси (до получения средних солей) было потрачено 923 г 5% раствора RbOH . Определить содержание кислот в исходной смеси в масс%, если на нейтрализацию исходной смеси было потрачено 205 г раствора щелочи такой же концентрации.

Задача 7. 15 баллов

Вариант 1. Из предложенного перечня реагентов и катализаторов составьте синтетическую 4-х стадийную схему превращений, обратите внимание, что один из реагентов или катализаторов является лишним. Ответ представьте в виде буквенной последовательности.



Вариант 2 Из предложенного перечня реагентов и катализаторов составьте синтетическую 4-х стадийную схему превращений, обратите внимание, что один из реагентов или катализаторов является лишним. Ответ представьте в виде буквенной последовательности.



Вариант 3. Из предложенного перечня реагентов и катализаторов составьте синтетическую 4-х стадийную схему превращений, обратите внимание, что один из реагентов или катализаторов является лишним. Ответ представьте в виде буквенной последовательности.

