

Всероссийская олимпиада школьников по химии

Муниципальный этап, Московская область

2025 – 2026 уч. г.

7-8 класс

Задача 1.

Ядрёный магнит

Одним из самых популярных методов анализа вещества, который применяют современные ученые-химики, является метод спектроскопии ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Чтобы проявлять активность в спектроскопии ЯМР, ядро атома должно иметь ненулевой ядерный спин ($I \neq 0$): ненулевой спин позволяет с помощью сильных магнитных полей видеть колебания атомов в молекуле, которые дают сигналы в спектре ЯМР.

Спин ядра атома можно определять чётностью количества протонов и нейтронов: атомы с чётным числом протонов и нейтронов имеют нулевое квантовое число ядерного спина ($I = 0$), а с нечётным числом протонов и/или нейтронов – больше нуля ($I > 0$).

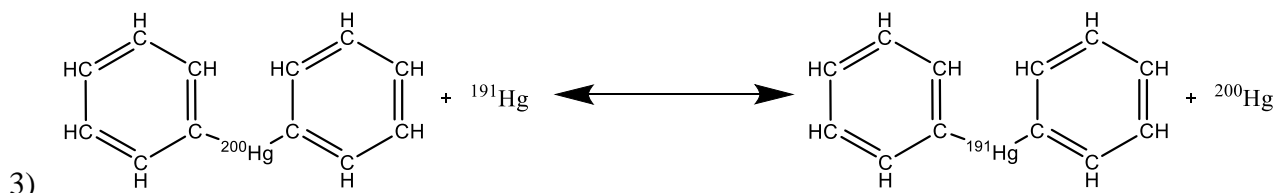
1. Укажите по 3 атома (с указанием конкретного изотопа!) проявляющие и не проявляющие активность при анализе методом спектроскопии ЯМР.
2. Действительно ли элементы с чётным порядковым номером (углерод, кислород и другие) нельзя изучать методом ЯМР? Ответ обоснуйте.

Задача 2.

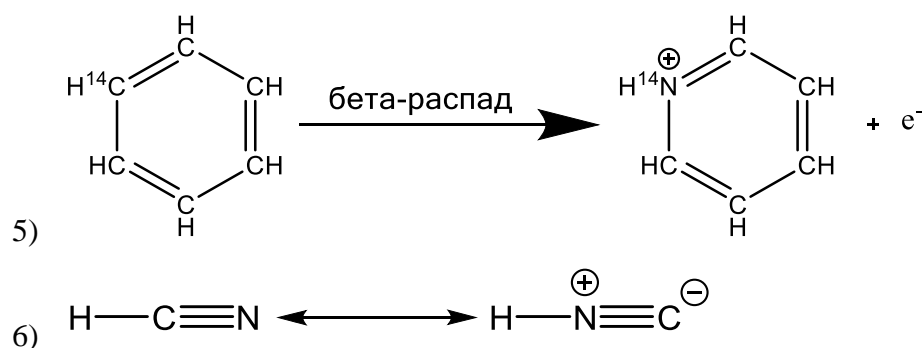
Когда реакция считается химической?

Часто мы сталкиваемся со сложностью дать определение на первый взгляд обыденным понятиям. Это касается и самого важного в химии – химической реакции. Перед вами список некоторых реакций:

- 1) $\text{H}_2 + \text{I}_2 = 2\text{HI}$
- 2) $^{23}\text{Na} + ^4\text{He} = ^{27}\text{Al}$



- 4) $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 + 2\text{NaCl}$



Вопросы

1. Определите, какие из них являются химическими реакциями. Ответ обоснуйте!
2. На основе ответов на вопрос 1 предложите общее определение химической реакции.

Задача 3.

Нестабильные оксиды

Как Вы знаете из курса общей химии, почти все химические элементы могут образовывать оксиды, однако некоторые соединения такого типа могут оказаться очень нестабильными. Так, хлор образует несколько оксидов, например, Cl_2O , ClO_2 , ClO_3 , а также оксид **X**. Известно, что молекула оксида **X** содержит 90 протонов.

Оксиды хлора невозможно получить путем прямой химической реакции между простыми веществами. Так, Cl_2O получают в результате реакции хлора с влажным Na_2CO_3 (*реакция 1*). В результате образуется требуемый оксид, а также две соли натрия (кислая и средняя).

ClO_2 в промышленности получают взаимодействием серной кислоты, SO_2 и NaClO_3 (*реакция 2*). Кроме оксида хлора (IV) в продуктах образуется кислая соль натрия.

Оксиды хлора проявляют кислотные свойства. Например, **X** может взаимодействовать с водой (*реакция 3*), в результате чего образуется только одноосновная кислота **Y**, в которой хлор проявляет ту же степень окисления, что и в оксиде **X**. Анион кислоты **Y** – один из немногих кислотных остатков образующих нерастворимую соль с K^+ . Для того, чтобы полностью нейтрализовать 100 мл раствора кислоты **Y** с $\omega(\text{Y}) = 15\%$ и плотностью 1,09 г/мл, необходимо взять * г 10% раствора KOH .

Вопросы

1. Предложите два элемента, которые не образуют оксидов.
2. Установите формулы соединений **X** и **Y**. Ответ подтвердите расчетом и рассуждениями!

3. Напишите уравнения *реакций 1-3*. Известно, что сумма коэффициентов в *реакции 2* составляет 8.

4. Изобразите строение оксида **X** и кислоты **Y**, зная, что в соединениях присутствуют только ковалентные полярные связи, причем все атомы хлора связаны исключительно с атомами кислорода.

5. Найдите массу раствора КОН, спрятанную за кляксой, необходимую для нейтрализации раствора кислоты **Y**.

Задача 4.

Важное соединение

Соединение **X** – одно из самых крупнотоннажных соединений, получаемых в химической промышленности. **X** применяется, в основном, для производства удобрений, а также, качестве сырья для синтеза азотной кислоты.

Для получения **X** нужно приложить немало усилий. **X** получают из простых двухатомных газов, один из которых является крайне инертным, из-за чего для ускорения реакции используют специальные катализаторы. Одним из таких катализаторов является металл **Y**, который широко используется в металлургии и является основным компонентом стали. Известно, что отношение протонов и нейтронов в **Y** составляет 13:15.

При получении **X**, если реагенты брать в стехиометрических количествах, на входе в реактор смесь содержит 25 мол. % простого вещества **A** и 75 мол. % простого вещества **B**, при этом отношение масс **A:B** составляет 14:3.

Вопросы:

1. Установите формулы соединений **X**, **Y**, **A**, **B**. Для всех веществ ответ подтвердите расчетом или логическими рассуждениями. Приведите название соединения **X**.
2. Какую среду имеет раствор, в котором растворено вещество **X**? С чем это связано? Запишите уравнение реакции.
3. Какой объем **X** (при н.у.) можно получить из реакционной смеси объемом 200 л при температуре 450°C и давлении 200 атм, если выход реакции составил 38%.

Задача 5.

Цветное стекло

Стекло – аморфный материал, в основном состоящий из диоксида кремния. Для придания этому материалу окраски или особых свойств используют некоторые добавки, о которых будет рассказано в данной задаче.

Для некоторых целей в стекольном производстве используют две добавки **A** и **B**, причём **B** – оксид (негашёная известь), а **A** – средняя соль кислородсодержащей кислоты. Атомы металлов, которые входят в состав этих соединений, являются диагональными соседями в коротко- и длиннопериодной версиях таблицы Менделеева. При растворении этих двух веществ в воде выпадает белый осадок **C** (*реакция 1*), растворимый в кислотах. Массовая доля металла в оксиде **B** составляет 71.43%, а массовая доля металла в **A** равна 43.40%.

Для придания стеклу окраски, как правило, используют добавки в виде соединений металлов d-блока. Одно из этих соединений **D** является фиолетовым пигментом. **D** образует минерал пиролюзит, а также образуется в реакции разложения перманганата калия. Металл в этом соединении проявляет степень окисления +4. **D** часто путают с другим элементом из-за их созвучных названий.

Ещё одним пигментом является чёрный оксид **E**, который в малых количествах окрашивает стекло в бирюзовый цвет. Это соединение можно получить при высокотемпературном разложении (*реакция 2*) соединения **F** (пятиводного сульфата), которое часто используется садоводами в качестве фунгицида. Массовая доля металла в **F** составляет 25.60%.

В качестве красного красителя могут использовать простое вещество **G**, по свойствам напоминающее серу. Известно, что в высшем оксиде массовая доля **G** составляет 62.20%.

Вопросы

1. Определите неизвестные соединения **A-G**. Ответ подтвердите расчётом и рассуждениями!
2. Напишите уравнения *реакций 1-2*.
3. Зачем в стекло добавляют соединения **A** и **B**?