



Задания очного этапа

Всероссийского химического турнира школьников 18-21 апреля 2014 года, Санкт-Петербург

Блок 1: задачи 1-6. Разыгрываются в первый день, 19 апреля

№1, «Алюмотермия»

Широко известным методом получения металлов является алюмотермия. Однако в некоторых случаях попытка провести эту реакцию оканчивается неудачей: реакция либо идет слишком бурно, либо не идет вообще. Сформулируйте условия, необходимые для успешного проведения реакции алюмотермии.

№2, «Невероятный хром»

В одной из научно-популярных книг, изданных в 1971 году, написано следующее:

«Для тех, кто постоянно имеет дело с хромом, стала притчей во языцех еще одна его особенность: при температуре около 37°C некоторые физические свойства этого металла резко, скачкообразно меняются. При этой температуре – явно выраженный максимум внутреннего трения и минимум модуля упругости. Почти так же резко изменяются электросопротивление, коэффициент линейного расширения, термоэлектродвижущая сила.

Объяснить эту аномалию ученые пока не могут».

На основе знаний XXI века попытайтесь объяснить аномалии физико-химических свойств чистого хрома.

№3, «Вещество X»

В 1826 г. Й.Я.Берцелиус в своих «Ежегодных сообщениях» опубликовал следующую краткую заметку:

“Цейзе, Профессор химии в Копенгагене, обнаружил соединение платины, кислорода и углерода, которое обладает тем свойством, что оно не только поджигает газообразные кислород и водород, но также и нагревается до свечения в парах спирта, подобно соединению, обнаруженному Дэви, и при этом образует уксусную кислоту. Это соединение получено при смешении хлорида платины ($PtCl_2$) с 12 частями спирта с удельным весом 0,813 в реторте, связанной с приемником и мягком нагревании до тех пор, пока хлорид платины не становился черным, а жидкая фаза становилась прозрачной и бесцветной. Образовался HCl, а спирт стал кислым. После того, как спирт был декантирован, осадок промыли теплой водой до тех пор, пока промывные воды больше не были кислыми. Во время промывания, а также во время его хранения под водой, осадок выделяет пузырьки газа, которые имеют эфироподобный запах. После высушивания, слабое нагревание осадка приводит к воспламенению с легким взрывом даже при отсутствии воздуха. Выделяется углекислый газ, кислород и, обычно, небольшое количество воды, содержащей уксусную кислоту. То же самое явление воспламенения



наблюдается, когда твердое вещество начинает светиться в парах спирта. Эфир, петролейный эфир и нефть не вызывают воспламенение.”

Объясните химическое поведение открытого В.Х.Цейзе соединения

№4, «Карбонилаты»

Очень интересными и все шире применяемыми в синтезе комплексными соединениями являются карбонилаты переходных металлов, например, $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CO})_4]$. Они хорошо известны для всех переходных металлов кроме металлов 11 группы. Какие причины, по Вашему мнению, мешают синтезировать эти соединения? В каких условиях и какими методами можно попытаться их получить?

№5, «Корона Цезаря»

В 90-е годы XX века синтезирован ряд кристаллических электридов – комплексов, в которых противоионом является электрон, например $\text{Cs}^+(18\text{-crown-6})_2\text{e}^-$. Как можно описать кристаллическое строение электридов, учитывая, что электрон – это типичный квантовый объект? Можно ли для исследований применять метод рентгеноструктурного анализа?

№6, «Битва радикалов»

Еще в 1955 году Ф.А.Коттон написал: "Из всей этой полной картины алкил- и арилпроизводных переходных металлов очевидно, что весьма верным является часто слышимое обобщение, заключающееся в том, что они значительно менее устойчивы и доступны, чем аналогичные производные непереходных металлов". Позже алкильные производные были получены для большинства переходных металлов, но действительно оказались крайне малостабильными. Объясните причины низкой устойчивости алкильных производных переходных металлов. Будут ли более стабильными комплексы, содержащие алкильные группы?

Блок 2. Задачи 7-12. Разыгрываются во второй день Турнира, 20 апреля

№7, «Невьянскит»

На Урале недалеко от города Невьянск обнаружены россыпные месторождения редкого минерала невянскита. Он представляет собой светлые крупные кристаллы, не растворимые даже в царской водке. Предложите химические принципы и технологию выделения наиболее ценных компонентов невянскита.

№8, «Ферроцен»

В 1956 году в лаборатории будущего Нобелевского лауреата Дж. Уилкинсона было синтезировано дикарбонильное производное ферроцена. Основываясь на правиле 18 электронов, Уилкинсон предложил для него строение, описываемое формулой $(\eta^1\text{-C}_5\text{H}_5)(\eta^5\text{-C}_5\text{H}_5)\text{Fe}(\text{CO})_2$. Однако, в спектрах ^1H -ЯМР было обнаружено только два



синглетных сигнала. Объясните причины появления столь странных спектров. Предложите способ подтверждения или опровержения структуры, предложенной Уилкинсоном.

№9, «Гибкая электроника»

Современные технологии широко применяют возможности струйных принтеров. Большой интерес представляет возможность «печатания» электропроводящих цепей на любых, в том числе, гибких, подложках. Предложите состав чернил, пригодных для такого процесса.

№10, «Светлячки»

В последнее время широко исследуются возможности использования ионов лантаноидов в источниках света. Однако, высокоэкономичные люминесцентные источники света имеют серьезный недостаток: они имеют узкий спектральный диапазон, т. е. дают излучение определенного цвета. Предложите принцип создания люминесцентных источников белого света высокой интенсивности.

№11, «Геометрия»

Известно, что октаэдрические комплексы состава $[MA_2B_2C_2]$ с тремя типами лигандов обладают оптической изомерией. Можно ли создать оптически активный комплекс, содержащий 2 типа различных монодентатных лигандов? Если да, то предложите его строение и метод синтеза.

№12, «Квазикристаллы»

Нобелевская премия по химии 2011 года была присуждена Дэну Шехтману за открытие квазикристаллов – класса интерметаллических соединений, интересного как с теоретической, так и с практической точек зрения. Одним из удивительных свойств квазикристаллических интерметаллидов является их низкая тепло- и электропроводность. На основе строения квазикристаллов предложите объяснение таких необычных свойств.