10 класс

1. В кварцевый сосуд объемом 1 л поместили 0.1 г кристаллического хлорида аммония. Сосуд вакуумировали и запаяли. Какое давление установится в сосуде, если его нагреть до: а) 160 °С; б) 320 °С? Изменится ли давление, если изначально в сосуд поместили 5 г хлорида аммония?

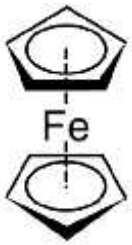
Примечание. Для расчета константы равновесия Кр можно использовать уравнение $K_p = \exp(-\Delta_p H°_{298}/RT + \Delta_p S°_{298}/R)$, где $\Delta_p H°_{298}$ – стандартное изменение энтальпии реакции, $\Delta_p S°_{298}$ – стандартное изменение энтропии реакции.

Соединение	$\Delta_f H°_{298}$, кДж/моль	$S°_{298}$, Дж/моль·К
NH_4Cl (кр)	-314.2	95.8
NH_3 (г)	-46.2	192.6
HCl (г)	-92.3	186.8

Диссоциацией аммиака пренебречь.

(20 баллов)

2. В 1951 г. Т. Кили и П. Посон провели реакцию C_5H_5MgBr с $FeCl_2$ с целью получить новый углеводород, однако вместо этого синтезировали новое металлорганическое соединение - ферроцен (см. рис.). Позже оказалось, что это весьма типичное соединение циклопентадиенила с различными переходными металлами, имеющее «сэндвичевое» строение, в котором плоские пятичленные кольца – как куски хлеба, а металл – как начинка сэндвича.



Однако не все металлы образуют подобные структуры с пентадиенилом. Так, при взаимодействии галогенида металла А, содержащего 36.68% металла с NaC_5H_5, образуется комплекс I, содержащий 73,16% металла. Если же взять галогенид металла В (62,63% металла), то в результате аналогичной реакции образуется комплекс II, содержащий 77,78% металла.

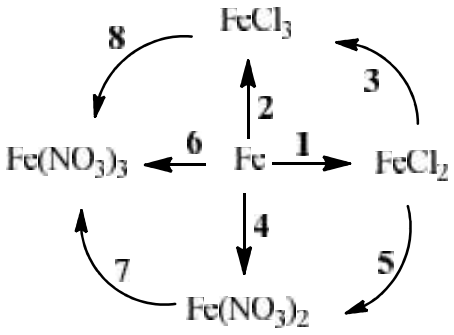
Для того, чтобы получить сэндвичевую структуру металла В, необходимо его галогенид обработать веществом С, содержащей 30,67% металла, имеющим качественный состав аналогичный циклопентадиенилу натрия. В результате образуется металлоцен III, содержащей 53,36% металла В.

1. Какой углеводород хотели получить Кили и Посон? Нарисуйте его структурную формулу и назовите его по систематической номенклатуре. Предложите метод синтеза этого углеводорода из C_5H_5MgBr.
2. Определите формулы комлексов I-III. Напишите уравнения реакций их образования, описанных в задаче**.**
3. Почему циклопентадиенильное кольцо и цикл, входящий в состав соли С, плоские?
4. Попробуйте назвать комплекс III. Известно, что III очень легко окисляется кислородом воздуха. Однако если в кольца ввести суммарно 8 одинаковых заместителей (в результате чего массовая доля металла В уменьшается примерно в 2 раза), то такой металлоцен будет устойчив к окислению. Какие заместители для этого необходимо ввести в кольца? Почему из-за таких заместителей комплекс становится устойчивым к окислению кислородом?

(20 баллов)

4. Жидкое вещество **A**, с очень неприятным запахом может быть окислено в соединение **B**. При нагревании **B** с 40%-ной серной кислотой получается смесь двух веществ, одно из которых в стандартных условиях жидкость **C**, а другое твердое вещество **D**. Число атомов углерода в молекулах **A**, **B**, **C** и **D** одинаково. В присутствии каталитических количеств трифторметансульфокислоты и при нагревании на водяной бане **B** реагирует с **C** в эквимолярном соотношении с образованием соединения **F**. В тех же условиях **B** и **D**, также вступая в реакцию в соотношении 1:1 дают вещество **E**. При 40^{o}C соединения **E** и **F** постепенно обесцвечивают подкисленный раствор перманганата калия. В присутствии щелочи ни **E**, ни **F** при 40^{o}C раствор перманганата калия не обесцвечивают. По данным элементного анализа вещество **E** имеет следующий состав C: 79.97%, H: 6.71%, O: 13.32%. Определить вещества **A** – **F** и привести схемы всех упомянутых реакций.

(20 баллов)

5. В приведенной схеме цифрами обозначены химические реакции. Каждой цифре отвечает только одно превращение (одна химическая реакция). Напишите уравнения всех реакций, указанных на схеме, и укажите условия их проведения.

(20 баллов)