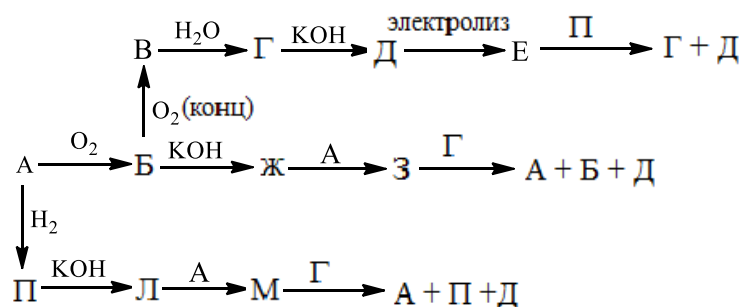


## Задание теоретического тура РХО-2005 для 11 класса

**№11-1-2005респ.** Напишите уравнения следующих реакций. Для окислительно-восстановительных процессов в растворах напишите электронно-ионные уравнения полуреакций.

- 1)  $\text{Cr} + \text{Cl}_2(\text{t}^\circ\text{C}) \rightarrow$
- 2)  $\text{Cr} + \text{HCl} \rightarrow$
- 3)  $\text{CrCl}_3 + \text{Zn} + \text{HCl} (\text{p-p}) \rightarrow$
- 4)  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7(\text{сплав}) \rightarrow$
- 5)  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{сплав}) \rightarrow$
- 6)  $\text{FeCr}_2\text{O}_4 + \text{NaOH} + \text{NaNO}_3(\text{сплав}) \rightarrow$
- 7)  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{C} (\text{t}^\circ\text{C}) \rightarrow$
- 8)  $\text{CrO}_3 + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow$
- 9)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{O} (\text{t}^\circ\text{C} < 40^\circ\text{C}) \rightarrow$
- 10)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$  (рассмотрите два варианта в зависимости от условий)
- 11)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 (\text{кр}) + \text{HCl}(\text{конц}) (\text{t}^\circ\text{C}) \rightarrow$
- 12)  $\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{CrO}_2\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
- 13)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{KOH} \rightarrow$
- 14)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
- 15)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + (\text{NH}_4)_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
- 16)  $\text{K}_2\text{CrO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
- 17)  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$

**№11-2-2005респ.** Простое вещество А участвует в приведенных ниже превращениях (в схеме даны только те продукты, которые содержат А).

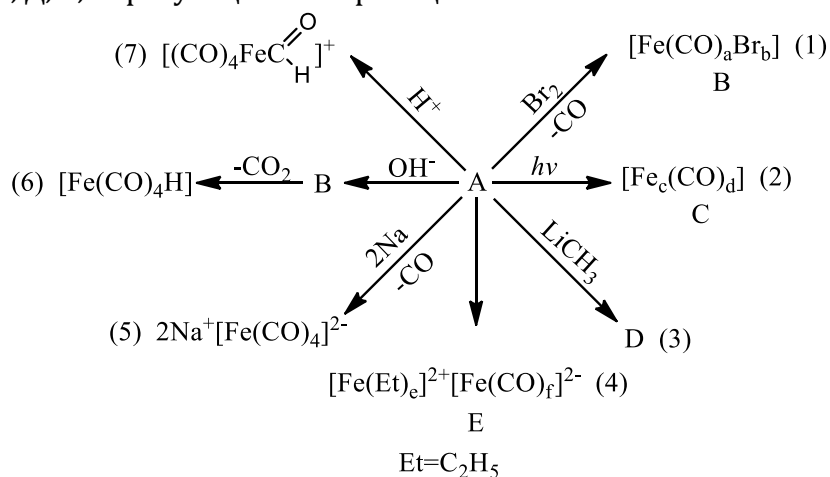


Вещество А твердое, нерастворимое в воде; Б, В (при 45°C) и П – газы, растворимые в воде; Д, Е, Л, М – твердые соединения, растворимые в воде. Назовите эти вещества, напишите уравнения всех реакций.

**№11-3-2005респ.** В конце прошлого столетия немецкий химик Людвиг Монд обнаружил, что порошкообразный никель реагирует с оксидом углерода (II) с образованием комплексного соединения тетракарбонила никеля  $[\text{Ni}(\text{CO})_4]$ , который представляет собой бесцветную легколетучую жидкость. Состав тетракарбонила никеля и аналогичных соединений можно объяснить, используя правила восемнадцати электронов, согласно которому внешняя (валентная) электронная оболочка центрального атома должна иметь конфигурацию  $(n-1)d^{10}ns^2np^6$ , т.е. устойчивую электронную конфигурацию, присущую атомам благородных газов (Kr, Xe, Rn).

Карбонилы металлов, а также родственные им нитрозилы металлов, составляет интересную группу комплексных соединений с уникальным строением, обладающих высокой реакционной способностью.

1. Примените правило восемнадцати электронов для определения состава и записи формул бинарных карбониллов железа и хрома.
2. Какую формулу можно записать для простейшего нитрозилпроизводного хрома  $\text{Cr}^0$  на основании правила об устойчивости электронной оболочки инертного газа.
3. Объясните, почему марганец и кобальт не образует одноядерных карбониллов типа,  $[\text{M}(\text{CO})_x]$ , а образуют двухъядерные комплексы со связями металл-металл М-М.
4. Изобразите пространственные структуры соединений  $[\text{Ni}(\text{CO})_4]$ ,  $[\text{M}_2(\text{CO})_{10}]$ ,  $[\text{Co}_2(\text{CO})_8]$ .
5. Укажите, диамагнитны или парамагнитны комплекс  $[\text{V}(\text{CO})_6]$  и те карбонилы, которые были указаны в предыдущих вопросах.
6. Объясните, почему лиганды CO в металлкарбонильных комплексах связаны с металлом прочнее, чем в комплексах с борорганическими соединениями, например,  $\text{R}_3\text{B} - \text{CO}$  (R – алкил), в которых те же лиганды связаны с атомом бора.
7. Определите состав и структуру исходного карбонильного комплекса А и продуктов его превращения В, С, Д, Е, образующихся по реакциям согласно схеме:



Известно, что продукт В содержит 14,75% (по массе) С и 48,90% Br. Продукт С содержит 30,70% (по массе) Fe, его относительная молекулярная масса равна 363,8. В состав продукта Е входит 57,82% (по массе) С и 10,11% N, при синтезе этого соединения триэтиламин берется в избытке.

Напишите уравнения реакций(1) – (7).

8. Объясните, почему в соединении Е, состоящем из двух комплексных заряженных частиц (см. схему), первый ион имеет положительный заряд (2+), второй – отрицательный заряд (2-). Почему при взаимодействии соединения А с триэтиламином не образуется частица  $[\text{Fe}(\text{CO})_f]^{2+}$ ?
9. Примените правило устойчивости электронной конфигурации атомов благородных газов для определения состава молекулы соединения, образующегося из хрома и паробразного бензола. Изобразите структурную формулу этого соединения.
10. Какой комплекс образуется при реакции железа (порошкообразного) с циклопентадиеном? Напишите уравнение этой реакции и изобразите структурную формулу полученного соединения.

**№11-4-2005респ.** Ионный кристалл состоит из положительных и отрицательных ионов, расположенных в узлах кристаллической решетки таким образом, что кулоновская энергия притяжения ионов с противоположными знаками значительно больше энергии отталкивания одноименно заряженных ионов.

Полная энергия образования одной молекулы ионного кристалла при сближении однозарядных ионов, удаленных друг от друга на бесконечное расстояние, записывается в виде:

$$E_u(r) = -\frac{\alpha e^2}{4\pi\epsilon_0 r} + C e^{-\frac{r}{\rho}} \quad (1)$$

где  $\alpha$  - постоянная Маделунга,  $\epsilon_0$  – диэлектрическая проницаемость вакуума.  $C$  и  $\rho$  - константы характеризующие степень отталкивание ионов за счет перекрытия электронных оболочек, при этом  $\rho$  - характерное расстояние, при котором начинает проявляться эффект отталкивания.

1. Исключите из уравнения (1) константу  $C$ , используя условие минимума полной энергии при равновесном расстоянии.
2. Объемная сжимаемость  $\chi$  ионного кристалла определяется второй производной энергии по расстоянию между ионами при равновесном его значении:

$$\frac{d^2 E_u(r_0)}{dr^2} = 18r_0 / \chi \quad (2)$$

Выразить отношение  $\rho/r_0$  через сжимаемость  $\chi$  и равновесное расстояние  $r_0$ .

3. Для кристалла бромистого калия с решеткой каменной соли постоянная Маделунга равна 1,748, а равновесное расстояние между ближайшими соседними ионами равна 0,33 нм. Сжимаемость этого соединения  $\chi = 6,8 \times 10^{-11} \text{ м}^2/\text{н}$ . Рассчитать характерную длину  $\rho$  потенциала отталкивания для бромистого калия.
4. Сколько ближайших ионов окружают каждый ион в кристаллической решетке бромистого калия?
5. Рассчитать энергию связи молекулы  $\text{KBr}$  относительно энергии бесконечно удаленных ионов в Дж на молекулу и в эВ на молекулу.

**№11-5-2005респ.** В очень разбавленном растворе веществ А ( $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2$ ) и Б ( $\text{C}_4\text{H}_8\text{OCl}_2$ ) в диоксане в присутствии  $\text{NaOH}$ , который проявляет матричный эффект, указанные вещества при нагревании взаимодействуют в молярном соотношении  $\nu(\text{A}):\nu(\text{B}):\nu(\text{NaOH})=1:1:2$ . В результате этой реакции образуется вещество В, имеющий следующий элементный состав:  $w(\text{C})=66,67\%$ ,  $w(\text{H})=6,67\%$ ,  $w(\text{O})=26,66\%$ .

Вопросы:

1. Напишите структурные формулы молекул веществ А, Б и В.
2. Приведите уравнение реакции синтеза вещества В.
3. Напишите уравнение реакции получения вещества С, которое образуется при обработке вещества В азотной кислотой в присутствии концентрированной серной кислоты. Изобразите структурную формулу вещества С.
4. С помощью какой реакции от вещества С можно получить вещество Д, в молекуле которого массовая доля азота составляет 7,18%.
5. Напишите уравнения реакций получения поликонденсационных полимеров из вещества Д (по возможности больше, минимум три)
6. Перечислите важнейшие химические свойства вещества В.

**№11-6-2005респ.** Напишите для перечисленных ниже катионов и анионов уравнения реакций их обнаружения, указывая условия проведения реакций (где это очень важно) и перечень мешающих ионов. (Принимается только полный ответ на поставленные вопросы!)

Анионы:

1. Силикаты. Что происходит при добавлении в растворы силикатов минеральных кислот и солей аммония.

2. Гидрофосфаты. Что происходит при добавлении магниальной смеси в раствор, содержащий гидрофосфат ионов? Какой ион является мешающим определению? Каков цвет выпавшего осадка? В чем растворяется выпавший осадок? Напишите уравнения реакций.
3. Фосфаты. Что происходит при добавлении молибденовой жидкости в раствор, содержащий фосфат ионов? Напишите уравнения реакции образования осадка и его растворения в аммиаке. Какие соединения (и какого цвета) образуют в аналогичных условиях силикат и арсенат ионы с молибденовой жидкостью? Напишите уравнения реакций.
4. Арсенит и арсенат ионы. Как взаимодействует раствор иода с арсенит ионами в нейтральной и щелочной среде?
5. Арсенит и арсенат ионы. Как обнаруживают соединения мышьяка с помощью реакции Марша? Напишите уравнения реакций обнаружения арсенит и арсенат ионов методом Марша. Какие ионы мешают определению?
6. Иодат ионы. Какой осадок образует нитрат серебра с иодат-ионом? В чем растворяется выпавший осадок? Напишите уравнения реакций. Напишите в ионной форме уравнения реакций взаимодействия иодид ионов, тиоцианат ионов и тиосульфат ионов с иодат ионами в кислой среде.
7. Нитрат ионы. Напишите уравнения реакции взаимодействия сульфата железа (II) с нитрат ионами в присутствии концентрированной серной кислоты. Укажите степень окисления железа в образовавшемся комплексе. Каков цвет комплекса? Чем обусловлена окраска комплекса?
8. Ионы железа (III). Напишите уравнение реакции взаимодействия гексацианоферрата (II) калия с ионами железа (III). Каков цвет осадка? Чем отличается "берлинская лазурь" от "турнбулевой сини"?
9. Как обнаруживают ионы хрома (III)? Напишите уравнение реакции окисления ионов хрома (III) пероксидом водорода в щелочной среде. Как изменяется цвет раствора в результате реакции?
10. Ионы цинка (II). Напишите уравнение реакции взаимодействия тетрароданомеркурата (II) аммония с ионами цинка в слабокислой среде. Укажите цвет осадка. Какие ионы являются мешающими?
11. Ионы бария (II). Напишите уравнение реакции обнаружения ионов бария дихроматом калия в ацетатном буферном растворе. Укажите цвет осадка. Напишите в ионном виде уравнение хромат – дихроматного равновесия в водном растворе.

#### №11-7-2005респ.

1. Напишите структурные формулы альдогексозы и 2-кетогексозы. Сколько стереоизомеров возможны в каждом случае? Приведите фишеровские проекции природных моноз: D-глюкозы, D-галактозы, D-маннозы и D-фруктозы
2. D-глюкоза относится к D-ряду из-за конфигурации у пятого углеродного атома. Почему обращение конфигурации у пятого углеродного атома не приводит превращению D-глюкозы в L-глюкозу? Что произойдет при таком обращении?
3. Приведите фуранозные и пиранозные циклические формулы D-глюкозы. Какая форма более устойчива и почему? Какой атом углерода называют аномерным? Что такое  $\alpha$ - и  $\beta$  аномеры.
4. Нарисуйте структурные формулы Хеуорса для  $\alpha$ - и  $\beta$ - D-глюкопираноз. Приведите кресловидные конформации этих аномеров. Какой аномер более устойчив и почему?