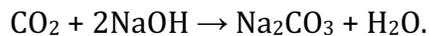


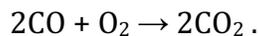
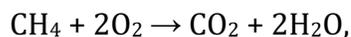
Решение теоретического тура РХО-2005 для 10 класса

№10-1-2005респ.

При пропускании смеси через раствор щелочи поглощается только оксид углерода (IV):



Объем поглощенного CO_2 составляет 4,48 л. Следовательно, $\nu(\text{CO}_2) = 4,48/22,4 = 0,2$ моль. После поглощения CO_2 объем смеси составил $11,2 - 4,48 = 6,72$ л, что соответствует 0,3 моль. Оставшиеся газы сгорают по уравнениям:



Пусть в смеси было x моль CH_4 и y моль CO , тогда на сгорание CH_4 израсходовано $2x$ моль O_2 , а на сгорание CO — $y/2$ моль O_2 ; всего израсходовано $6,72/22,4 = 0,3$ моль O_2 . Имеем систему: $x+y=0,3$

$$2x+y/2=0,3$$

Отсюда $x = 0,1$, $y = 0,2$. Значит, в исходной смеси было 0,1 моль CH_4 (2,24 л, или 20%), 0,2 моль CO (4,48 л, или 40%) и 0,2 моль CO_2 (4,48 л, или 40%).

Ответ. 20% CH_4 , 40% CO , 40% CO_2 .

№10-2-2005респ.

Итак, вначале к абсолютному (не содержащему воды) этанолу добавили металлический натрий, при этом произошла реакция:

$2\text{Na} + 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2 \uparrow$. (1) Этиловый спирт в этой реакции выполняет функции и реагента, и растворителя, проявляя свой «двуличный» характер (занятие 6, п. 4). Найдем количество этилата натрия. Для этого обозначим число молей этого вещества через x , проведя расчеты по уравнению реакции (1) — предлагаю вам это сделать самостоятельно, — получим:

$$\nu(\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}) = x \text{ моль}, \quad m(\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}) = 68 x \text{ г},$$

$$\nu(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = x \text{ моль},$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 46 x \text{ г},$$

$$\nu(\text{Na}) = x \text{ моль}, \quad m(\text{Na}) = 23 x \text{ г};$$

$\nu(\text{H}_2) = x/2$ моль, $m(\text{H}_2) = 2x/2 = x$ г. Эти данные помогут нам найти количество этилата натрия. Масса раствора после реакции: $m(\text{р-ра}) = m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) + m(\text{Na}) - m(\text{H}_2)$; $m(\text{р-ра}) = 100 + 23x - x = 100 + 22x$ (г). В условии задачи указана массовая доля получившегося этилата натрия (9,87 % или 0,0987). В соответствии с алгоритмом 6 ее выражают с помощью уравнения:

$$w(C_2H_5OH) = \frac{m(C_2H_5ONa)}{m(p - pa)}$$

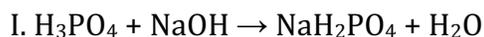
$$\frac{68x}{100 + 22x} = 0,0987.$$

Решая получившееся уравнение, найдем: $x=0,15$.. Что делать дальше? Действительная трудность этой задачи

заключается в оценке химизма

процессов, происходящих при добавлении раствора фосфорной кислоты. В самом деле ни спирт, ни алкоголяты натрия не должны реагировать с фосфорной кислотой, и никакой реакции не происходило бы если бы взяли безводную кислоту. Однако в присутствии воды этилат натрия подвергается гидролизу:

$C_2H_5ONa + H_2O \rightarrow C_2H_5OH + NaOH$, (2) а кислота способствует смещению равновесия этой реакции вправо, выводя из сферы реакции гидроксид натрия. Достаточно строго можно утверждать, что весь этилат полностью гидролизован. Какие вещества образуются при взаимодействии гидроксида натрия и фосфорной кислоты? Здесь необходимо вспомнить, что H_3PO_4 — кислота многоосновная и нейтрализация ее происходит ступенчато:



Таким образом, эта часть нашей задачи — на хорошо знакомую тему — «Кислая соль». Для того чтобы определить состав продуктов реакции, необходимо рассчитать число молей фосфорной кислоты и гидроксида натрия. Из уравнения реакции (2) следует, что число молей $NaOH$ равно числу молей этилата натрия (0,15 моль). Анализируя состав раствора фосфорной кислоты, определим:

$$m(H_3PO_4) = \frac{m(p - pa) \cdot w}{100\%};$$

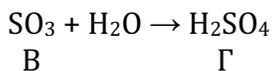
$$m(H_3PO_4) = \frac{100г \cdot 9,8\%}{100\%} = 9,8г;$$

$$v(H_3PO_4) = \frac{m}{M};$$

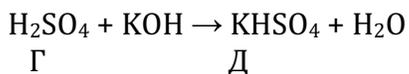
$$v(H_3PO_4) = \frac{9,8г}{98г / моль} = 0,1 моль.$$

Для расчета содержания продуктов реакции составим таблицу. Изменение количеств веществ в ходе реакции

Взаимодействуя с водой, SO₃ дает серную кислоту:



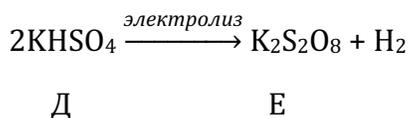
С серной кислотой гидроксид калия может образовать кислые и средние соли, но последующее превращение исходит из KHSO₄:



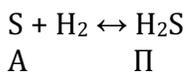
Когда концентрированный раствор бисульфата калия подвергают электролизу, на катоде происходит выделение водорода и накопление KOH, а на аноде по схеме



Образуется надсерная (пероксодвусерная) кислота, содержащая в своем составе пероксидную цепочку -O-O- если катодное и анодное пространства не разделены диафрагмой, то по завершении электролиза в результате нейтрализации получается малорастворимый перосульфат калия K₂S₂O₈:

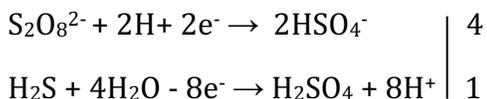
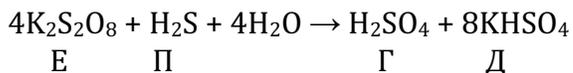


Сера с водородом образует соединения различного состава (например, H₂S, H₂S₂, H₂S₃), представляющие собой газы или маслообразные жидкости с резким запахом. Сероводород H₂S – наиболее устойчивый гидрид серы – образуется при нагревании водорода с серой:

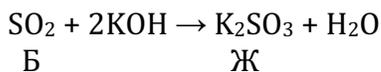


Равновесие этой реакции смещено в сторону образования сероводорода лишь до 350оС, а при более высоких температурах он разлагается.

Персульфаты – сильные окислители, тогда как сероводород – восстановитель, при их взаимодействии в присутствии воды образуется серная кислота и бисульфат калия:



Сернистый ангидрид дает с едким кали в зависимости от соотношения реагентов кислую или среднюю соль. Из дальнейших превращений следует, что продукт Ж – средняя соль K₂SO₃:



- 1) $2\text{Cr} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{CrCl}_3$
- 2) $\text{Cr} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CrCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$
- 3) $2\text{CrCl}_3 + \text{Zn}[\text{+HCl (p-p)}] \rightarrow 2\text{CrCl}_2 + \text{ZnCl}_2$
- 4) $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7 \xrightarrow{\text{сплавление}} \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{K}_2\text{SO}_4$
- 5) $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{сплавление}} 2\text{NaCrO}_2 + \text{CO}_2\uparrow$
- 6) $2\text{FeCr}_2\text{O}_4 + 8\text{NaOH} + 7\text{NaNO}_3 \xrightarrow{\text{сплавление}} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 7\text{NaNO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
- 7) $2\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 6\text{C} \xrightarrow{t^\circ\text{C}} 4\text{NaCrO}_2 + 6\text{CO}_2\uparrow$
- 8) $4\text{CrO}_3 + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow 2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{CO}_2\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$
- 9) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 4\text{H}_2\text{SO}_4 + 17\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{<40^\circ\text{C}} 2\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} + 3\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$
- 10) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 6\text{KCl} + 7\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 4\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Cl}_2\uparrow + 7\text{H}_2\text{O}$
- 11) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{кр}) + 4\text{KCl}(\text{кр}) + 3\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц}) \xrightarrow{t^\circ\text{C}} 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{CrO}_2\text{Cl}_2\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$
- 12) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{кр.}) + 14\text{HCl}(\text{конц.}) \xrightarrow{t^\circ\text{C}} 2\text{CrCl}_3 + 3\text{Cl}_2\uparrow + 2\text{KCl} + 7\text{H}_2\text{O}$
- 13) $4\text{K}_2\text{CrO}_4 + 2\text{CrO}_2\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4\text{KCl}$
- 14) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 7\text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{KOH} \rightarrow 2\text{K}_3\text{CrO}_8 + 9\text{H}_2\text{O}$
- 15) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{O}_2\uparrow + 7\text{H}_2\text{O}$
- 16) $4\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3(\text{NH}_4)_2\text{S} + 16\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 16\text{H}_2\text{O}$
или (в зависимости от концентрации H_2SO_4)
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3(\text{NH}_4)_2\text{S} + 7\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{S}\downarrow + 3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$
- 17) $2\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3(\text{NH}_4)_2\text{S} + 8\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}[\text{Cr}(\text{OH})_4] + 3\text{S}\downarrow + \text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + 6\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- 18) $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}_2 + 10\text{NaOH} \rightarrow 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$

№10-5-2005респ.

Карбонилы и нитрозилы металлов — комплексные соединения, в которых нейтральные лиганды (молекулы) CO и NO ковалентно связаны с атомом переходного металла.

1. В соответствии с представлениями о природе химической связи в молекуле монооксида углерода имеются неподеленные пары электронов ($:\text{C}\equiv\text{O}:$); пара электронов у атома углерода, более склонного к образованию ковалентных связей, может быть предоставлена для формирования связи по донорно-акцепторному механизму.

Атомы железа и хрома имеют соответственно 8 и 6 валентных электронов. По правилу восемнадцати электронов для заполнения электронной оболочки атома до конфигурации атома благородных газов (криптона) атомам железа и хрома недостает соответственно 10 и 12 электронов. При образовании карбонилы атому железа должны предоставить электронные пары пять молекул монооксида углерода, а атому хрома — шесть молекул CO. Следовательно, карбонилы железа и хрома имеют формулы



2. Молекула монооксида азота (лиганд «нитрозил» в комплексных соединениях) имеет три свободных электрона ($:\dot{\text{N}} = \ddot{\text{O}}:$), которые могут участвовать в формировании связей между азотом и металлом. Как уже указано, атом хрома имеет 6 валентных электронов и до устойчивой электронной конфигурации благородных газов ему недостает 12 электронов. Поскольку одна частица NO предоставляет 3 электрона, то для образования связи с атомом хрома потребуется 4 молекулы NO. Тогда формула нитролиза хрома $[\text{Cr}(\text{NO})_4]$.

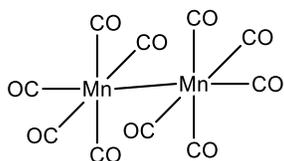
3. В отличие от никеля, хрома и железа переходные металлы, атомы которых имеют нечетное число валентных электронов, образуют двухъядерные карбонильные комплексы.

Атомы марганца и кобальта имеют соответственно 7 и 9 валентных электронов и до устойчивой электронной конфигурации им хватает 11 и 9 электронов. Одноядерные комплексные частицы $[M(CO)_n]$, образующиеся за счет принятия пяти и четырех электронных пар от молекул CO, будут иметь неспаренные электроны. Такие частицы радикального характера взаимодействуют друг с другом с формированием связи металл-металл. В результате образуются димеры - двухъядерные комплексы $[Mn_2(CO)_{10}]$ и $[Co_2(CO)_8]$ с завершённой электронной конфигурацией атомов благородных газов вокруг каждого атома переходного металла.

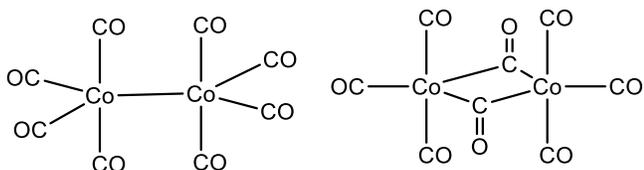
4. В комплексе $[Ni(CO)_4]$ атом никеля окружен четырьмя карбонильными группами. Электростатическое отталкивание электронных пар этих связей минимально в том случае, если связи направлены по осям к вершинам тетраэдра. Следовательно, молекула $[Ni(CO)_4]$ имеет формулу тетраэдра.

В комплексе $[Cr(CO)_6]$ атом хрома окружен шестью карбонильными лигандами и вследствие электростатического отталкивания электронных пар имеет октаэдрическую форму.

В двухъядерном комплексе $[Mn_2(CO)_{10}]$ каждый атом марганца окружен шестью парами электронов, из которых одна пара электронов ковалентной связи Mn—Mn является общей:



Эта молекула имеет форму двух октаэдров, объединенных общей вершиной. Карбонил кобальта может существовать в виде двух изомерных структур:



Геометрическая форма первой структуры со связью Co—Co соответствует двум тригональным пирамидам, соединенным общей вершиной. Во второй структуре в роли мостиковых лигандов выступают две карбонильные группы. Каждая группа CO предоставляет каждому атому кобальта по одному электрону. При этом атомы кобальта распаривают пару s-электронов и образуют две равноценные связи с двумя мостиковыми лигандами. Геометрическая форма такой молекулы соответствует сочленению двух тригональных пирамид по общему ребру. В этой бипирамиде два мостиковых лиганда фрагмента $Co(CO)_2Co$ занимают обе общие вершины, а три карбонильные группы, связанные только с атомом кобальта в каждом из двух фрагментов $Co(CO)_3$, располагаются в трех оставшихся вершинах каждой пирамиды.

5. Все рассмотренные выше карбонильные комплексы диамагнитны, так как в электронной структуре их молекул отсутствуют неспаренные электроны. Комплексная частица $[V(CO)_6]$ парамагнитна, так как она имеет неспаренный электрон, что можно установить по правилу восемнадцати электронов (вокруг атома ванадия располагаются 5 валентных электронов и 12 электронов от шести молекул CO).
6. В карбонильных комплексах ковалентная связь металл—углерод очень прочная. Это объясняется тем, что имеющиеся в молекуле CO свободные орбитали могут образовывать с атомными d-орбиталями переходных металлов дополнительные (к σ -связям) π -связи,

которые упрочняют α -связь. Атом бора (в отличие от атомов переходных металлов) не имеет d -орбиталей. При образовании комплексов монооксида углерода с борорганическими соединениями все четыре атомные орбитали бора (одна s - и три p -орбитали) участвуют в формировании σ -связей с атомом углерода и дополнительно π -связывания не происходит. Поэтому связь углерод—бор менее прочная, чем связь углерод—металл.

7. В продукте В реакции (1) углерод входит в карбонильные группы. По известному содержанию углерода рассчитываем массовую долю CO в комплексе В:

$$w(\text{CO}) = \frac{w(\text{C}) \cdot M(\text{CO})}{M(\text{C})} = \frac{14,75 \cdot 28}{12} = 0,3442 \text{ или } 34,42\%$$

Тогда массовая доля железа в соединении В составит:

$$w(\text{Fe}) = 100 - w(\text{CO}) - w(\text{Br}) = 100 - 34,42 - 48,90 = 16,68\%$$

По массовым долям находим мольное отношение атома Fe и лигандов в комплексе $[\text{Fe}(\text{CO})_a\text{Br}_b]$:

$$n(\text{Fe}):n(\text{CO}):n(\text{Br}) = \frac{w(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} : \frac{w(\text{CO})}{M(\text{CO})} : \frac{w(\text{Br})}{M(\text{Br})} = \frac{16,68}{56} : \frac{34,42}{28} : \frac{48,90}{80} = 1:4:2$$

Отсюда следует, что вещество В имеет формулу $[\text{Fe}(\text{CO})_4\text{Br}_2]$.

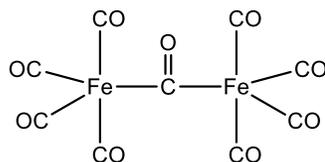
В состав молекулы продукта С, образующегося по реакции (2), входит железо с известным содержанием $[w(\text{Fe}) = 30,70\%]$ и карбонильные группы, массовая доля которых составит:

$$w(\text{CO}) = 100 - 30,70 = 69,30\%$$

Находим мольное соотношение железа и лигандов в комплексе $[\text{Fe}_c(\text{CO})_d]$:

$$n(\text{Fe}):n(\text{CO}) = 30,70/56 : 69,30/28 = 2:9$$

Следовательно, продукт С имеет молекулярную формулу $[\text{Fe}_2(\text{CO})_9]$. Это двухъядерный комплекс с мостиковым лигандом:



Относительная молекулярная масса этого соединения, рассчитанная как сумма атомных масс всех входящих элементов, равна 364, что согласуется со значением, указанным в условии задачи.

В соединении Е - продукте реакции (4) углерод входит в состав двух лигандов - триэтиламина и карбонила. Относительное содержание углерода в 1 моль каждого лиганда равно:

$$\text{в } (\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N} \quad w(\text{C}) = 10,11 \cdot 72/14 = 51,99\%$$

[здесь 72 - масса шести атомов углерода в $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}$]

$$\text{в CO} \quad w(\text{C}) = 57,82 - 51,99 = 5,82\%$$

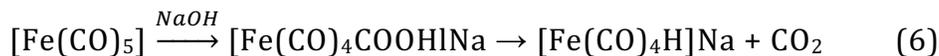
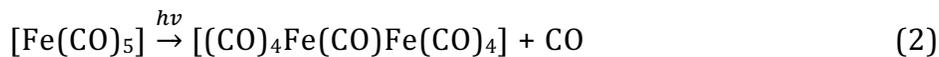
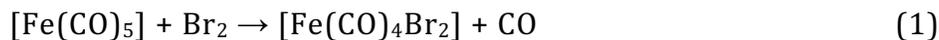
С учетом того, что на 1 моль лигандов $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}$ и CO приходится соответственно шесть и один атомов углерода, находим мольное отношение обоих лигандов:

$$n[(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}] : n(\text{CO}) = 51,99/6 : 5,82/1 = 3:2$$

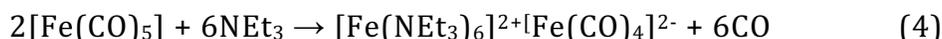
Отсюда следует, что простейшее соотношение количеств лигандов в комплексе Е составляет $(\text{NEt}_3) : (\text{CO}) = 3:2$.

В представленных в схеме реакциях превращениям подвергаются лиганды комплексных соединений. На основании реакций с известным результатом, а именно действие Na с

отщеплением CO - реакция (5) и присоединение H+ — реакция (7), можно установить, что исходное соединение А — это пентакарбонил железа $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$. По аналогии с реакциями (5) и (7) с учетом установленных выше формул некоторых продуктов остальные реакции можно записать так:



Состав продукта Е реакции (4) можно уточнить, исходя из следующих соображений. В состав всех остальных продуктов реакций входит группа $\text{Fe}(\text{CO})_4$. Такой фрагмент будет входить в формулу комплекса, получаемую при удвоении экспериментально рассчитанного состава лигандов, т. е. $[\text{Fe}_2(\text{CO})_4(\text{NEt}_3)_6]$. Это соединение следует рассматривать состоящим из комплексного аниона $[\text{Fe}(\text{CO})_4]^{2-}$ и комплексного катиона $[\text{Fe}(\text{NEt}_3)_6]^{2+}$. Таким образом, реакция (4) протекает согласно уравнению:



В образующемся по реакции (4) комплексе в обоих составляющих его комплексных ионах реализуется устойчивая 18-ти электронная структура вокруг атома железа. Образование иона $[\text{Fe}(\text{CO})_4]^{2+}$ маловероятно, так как в этой частице должна быть незавершенная 14-ти электронная структура вокруг атома железа.

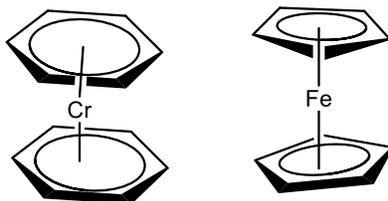
9. Шесть электронов π -системы бензольного ядра могут участвовать в образовании координационных связей. Атом хрома имеет шесть валентных электронов и для достижения устойчивой 18-ти электронной конфигурации ему необходимо еще 12 электронов. При взаимодействии хрома с паробразным бензолом две молекулы бензола предоставляют 12 электронов атому хрома, в результате образуется дибензолхром $[\text{Cr}(\text{C}_6\text{H}_6)_2]$, в котором атом металла располагается между двумя циклическими молекулами бензола.

При взаимодействии железа (порошкообразного) с циклопентадиеном образуется бис(циклопентадиенил)железо (или ферроцен), имеющий также структуру «сэндвичевого» типа:



Ядро циклопентадиенил-аниона, подобное бензолу, имеет шесть π -электронов. При взаимодействии двухзарядного иона железа с циклопентадиенил-анионом 6 валентных электронов от иона железа и 12 электронов от двух анионов C_5H_5^- формируют координационную связь, при этом обеспечивается 18-ти электронная конфигурация.

Пространственное строение комплексов $[\text{Cr}(\text{C}_6\text{H}_6)_2]$ и $[\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2]$ можно представить так:



№10-6-2005респ.

1. Определение константы C из условия минимума полной энергии при равновесном расстоянии:

$$\frac{dE_u(r)}{dr} = \frac{ae^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} - \frac{C}{p} e^{\frac{r}{p}}$$

$$\frac{dE_u(r_0)}{dr} = \frac{ae^2}{4\pi\epsilon_0 r_0^2} - \frac{C}{p} e^{\frac{r_0}{p}}$$

$$C = \frac{ae^2 p}{4\pi\epsilon_0 r_0^2} e^{\frac{r_0}{p}}$$

Подстановка константы C в уравнение (1) задачи:

$$E_u(r) = -\frac{ae^2}{4\pi\epsilon_0 r} \left[1 - \left(\frac{rp}{r_0^2} \right) e^{\frac{(r_0-r)}{p}} \right] \text{(1 балл)}$$

2. Взятие второй производной полной энергии по расстоянию:

$$\frac{d^2 E_u(r_0)}{dr^2} = -\frac{ae^2}{2\pi\epsilon_0 r^3} + \frac{C}{p^2} e^{\frac{r}{p}}$$

Подстановка C из п.1 и r_0 в выражение для второй производной и использование условия (2) из задачи:

$$\frac{d^2 E_u(r_0)}{dr^2} = -\frac{ae^2}{4\pi\epsilon_0 r_0^3} \left(2 - \frac{r_0}{p} \right) = 18 r_0 / \chi$$

Определение отношения p/r_0 :

$$p/r_0 = \left[2 + \frac{72\pi\epsilon_0 r_0^4}{ae^2 \chi} \right]^{-1}$$

3. Расчет характерной длины p для бромистого калия:

$$p/r_0 = \left[2 + \frac{72 \times 3,14 \times 8,85 \cdot 10^{-12} \times (3,3 \cdot 10^{-10})^4}{1,784 \times (1,602 \cdot 10^{-19})^2 \times 6,8 \cdot 10^{-11}} \right]^{-1} = \frac{1}{9,796}$$

$$p = (0,33 / 9,796) \cdot 10^{-9} = 3,37 \cdot 10^{-11} (\text{м})$$

4. Каждый ион окружают 6 ионов противоположного знака в октаэдрической координации, структура KBr подобна структуре

5. Расчет энергии связи молекулы KBr, которая равна полной энергии при равновесном расстоянии r_0 :

$$E_u(r_0) = -\frac{ae^2}{4\pi\epsilon_0 r_0} \left[1 - \frac{p}{r_0} \right] = -\frac{1,748 \times (1,602 \cdot 10^{-19})^2}{4 \times 3,14 \times 8,85 \cdot 10^{-12} \times 3,3 \cdot 10^{-10}} \left[1 - \frac{1}{9,796} \right] = -10,98 \cdot 10^{-19} \text{ Дж на молекулу или}$$

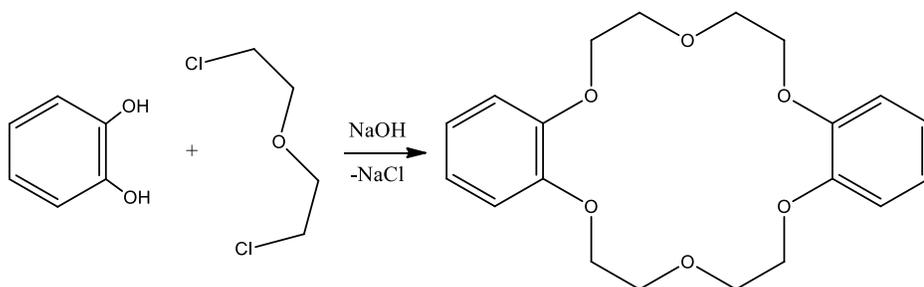
6,85 эВ на молекулу.

№10-7-2005респ.

Сначала определим простейшую формулу вещества В ($C_xH_yO_z$).

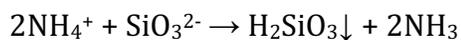
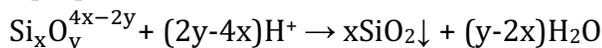
$$x:y:z = \frac{66,67}{12} : \frac{6,67}{1} : \frac{26,67}{16} = 10:12:3$$

Следовательно простейшая формула вещества В $C_{10}H_{12}O_3$.



№10-8-2005респ.

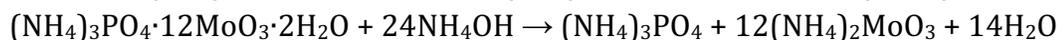
1) При реакции силикатов с водой выпадает белый осадок SiO_2



2) Магнезиальная смесь – это раствор $MgCl_2$ и NH_4Cl в растворе аммиака.

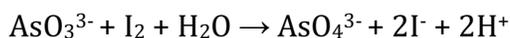
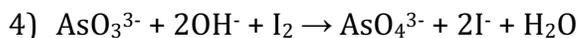
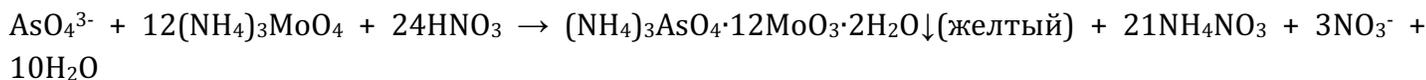


3) Молибденовая жидкость – это смесь $(NH_4)_2MoO_4 + HNO_3$

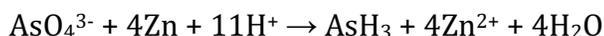
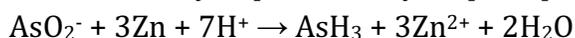


Определение силикатов с помощью молибдата аммония проводят в кислой среде не содержащей азотной и винной кислот. Затем к образовавшейся кремнемолибденовой кислоте добавляют бензидин, при этом появляется синее окрашивание за счет окисления бензидином

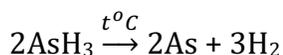




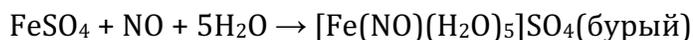
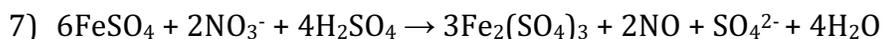
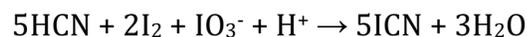
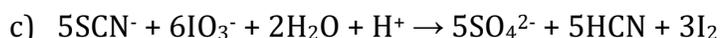
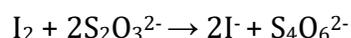
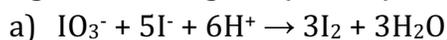
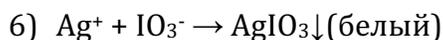
5) Проба Марша основывается на возможности восстановления соединений мышьяка (III) до арсина с помощью сильных восстановителей. Исследуемую пробу помещают в одну пробирку с соляной кислотой и добавляют к данной смеси металлический цинк. Добавка небольшого количества сульфата меди ускоряет реакцию, активируя цинк.



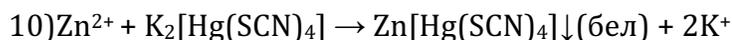
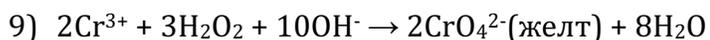
Выделяющийся газообразный арсин пропускают через раскаленную стеклянную трубку. При наличии мышьяка в пробе на месте нагрева наблюдается образование зеркала металлического мышьяка.



Определению мышьяка мешают ионы содержащие фосфор и сурьму, которые при восстановлении дают фосфин и сурмянистый водород.



Тунбуллевая синь - это устаревшее название берлинской лазури



Наличие катионов меди, железа и кобальта мешают определению катионов цинка.

