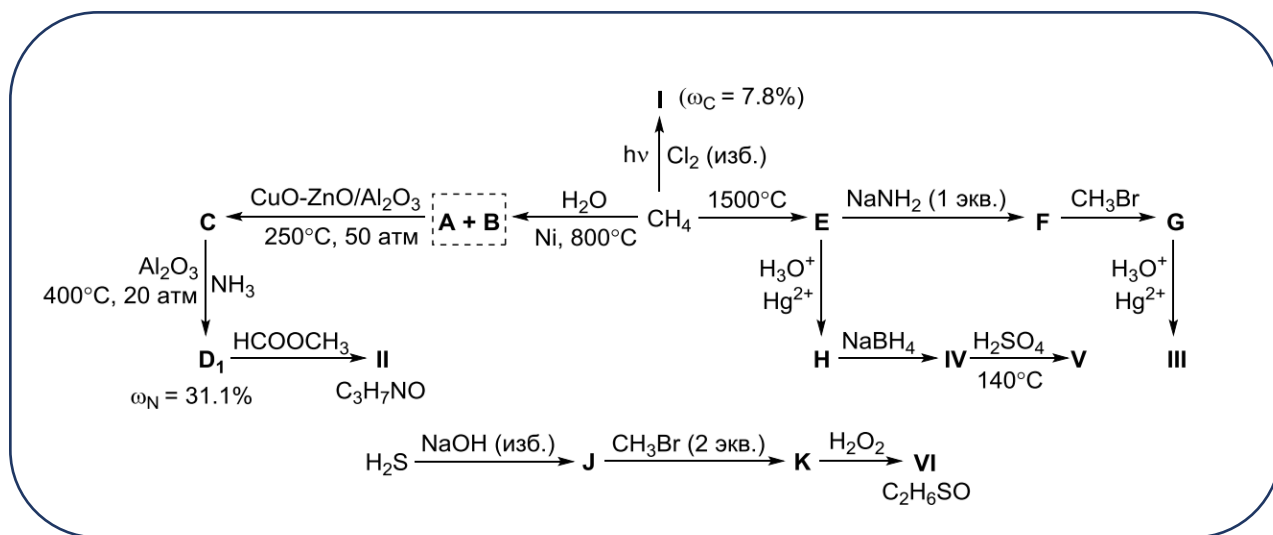


11 класс 1 задание

Растворители – это одни из самых используемых в мире химических веществ; они применяются в парфюмерной промышленности, в химчистке, в быту, а также в химическом синтезе, где порой от выбора растворителя зависит, пойдёт реакция или нет.

Далее Вашему вниманию представлены схемы синтеза шести растворителей I–VI, которые часто применяются в органическом синтезе.



1) Напишите формулы веществ I–VI, A–C, D₁, E–H, J и K. Для органических соединений используйте структурные формулы.

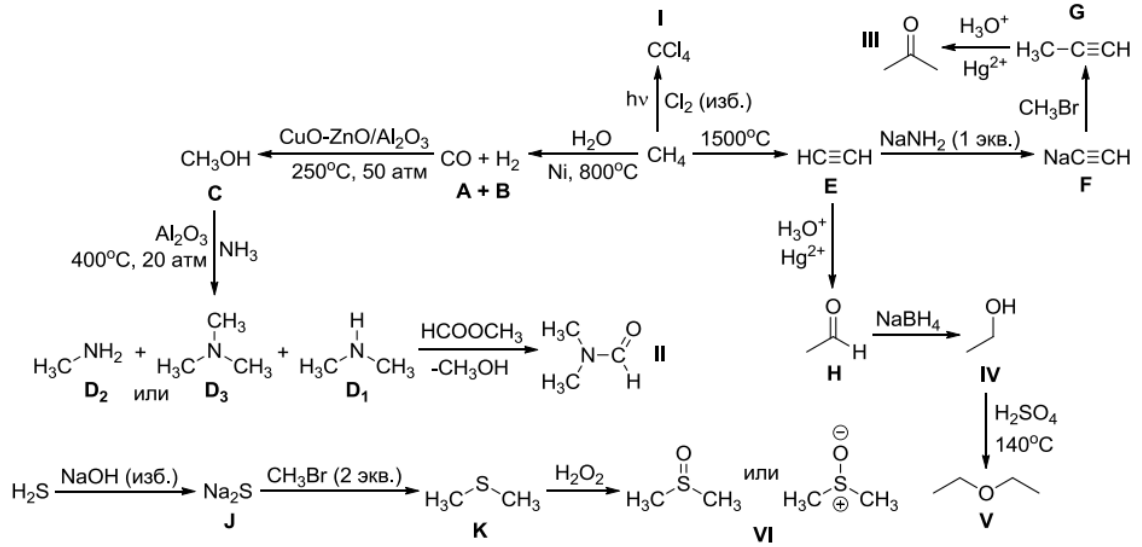
2) При взаимодействии вещества C с аммиаком образуется смесь продуктов D₁, D₂ и D₃, которую затем разделяют перегонкой. Напишите структурные формулы соединений D₂ и D₃.

3) Какие два из растворителей I–VI могут реагировать друг с другом в присутствии кислотного катализатора? Изобразите структурную формулу продукта их взаимодействия и механизм данной реакции, напишите название продукта согласно ИЮПАК.

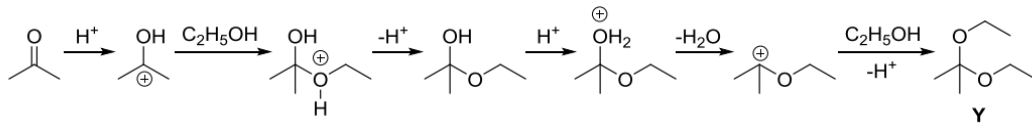
Решение:

1-2) За каждую написанную структуру (1-2 задания по 0.5б)

Итого 18*0.5=9



3) За написанную структуру продукта 2б; за механизм 3 б; название 1б

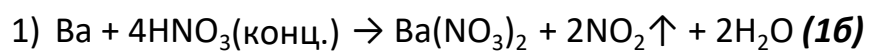


11 класс 2 задание

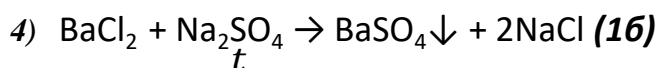
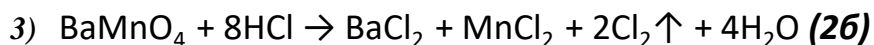
Металл, окрашивающий пламя в желто-зеленый цвет, растворили в концентрированной азотной кислоте. Образовавшийся нитрат выделили, затем спекали с оксидом марганца (IV). В результате реакции получили марганцовую зелень и смесь двух газов. Полученную соль измельчили и ее навеску обработали избытком концентрированной соляной кислоты, после чего в образовавшийся раствор внесли сульфат натрия. Выпавший осадок отделили, высушили и прокалили с коксом (избыток). Выделившийся в результате реакции газ собрали и смешали с хлором, полученную смесь пропустили через слой активированного угля, в результате чего был получен ядовитый газ с запахом прелого сена.

Напишите уравнения описанных реакций.

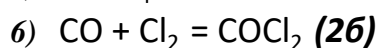
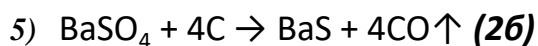
Решение:



t



t



11 класс 3 задание

Один из важнейших гормональных медицинских препаратов, в организме человека вырабатываемый надпочечниками, получают по следующей схеме: пирокатехин ($C_6H_6O_2$) обрабатывают хлорангидридом 2-хлорэтановой кислоты, при этом получают вещество **А** ($C_8H_7O_3Cl$). Далее полученное вещество вводят в реакцию с метиламином, получая вещество **Б** ($C_9H_{11}O_3N$). После этого проводят мягкое гидрирование, с получением вещества **В** ($C_9H_{13}O_3N$). Полученный продукт вводят в реакцию с винной кислотой ($C_4H_6O_6$), получая соль **Г**, разделяют полученную смесь и подщелачивают, получая **Д** ($C_9H_{13}O_3N$). Назовите полученный продукт. Напишите все описанные реакции. Для каких целей продукт вводят в реакцию с винной кислотой?

Решение:

Исходное соединение пирокатехин или 1,2-дигидроксibenзол обрабатывают хлорангидридом 2-хлорэтановой кислоты – протекает реакция ацилирования, при этом получают соединение **А**:

Далее полученное соединение вводят в реакцию с метиламином. Протекает реакция алкилирования метиламина, с образованием **Б**:

Мягкое гидрирование карбонильной группы приводит к получению спиртовой группы, соединения **В**:

Далее полученное соединение вводят в реакцию с винной кислотой, в результате чего происходит образование соли Г. При этом проводят разделение оптически активных изомеров:

После разделения изомеров, продукт подщелачивают для того чтобы получить свободное основание Д:

Вещество Д – носит название адреналин. Гормон, который синтезируется мозговым веществом надпочечников. В медицине применяется в основном как сосудосуживающее, гипертензивное, и противоаллергическое средство.

Критерии оценивания:

Установление строения вещества А	1 балл
Установление строения вещества Б	1 балл
Установление строения вещества В	1 балл

Установление строения вещества Г	1 балл
Установление строения вещества Д	1 балл
Дать название веществу Д	1 балл
Дать объяснение, с какой целью используют винную кислоту	1 балл
Написание реакции ацилирования пирокатехина, с получением вещества А	1 балл
Написание реакции алкилирования вещества А, с получением вещества Б	1 балл
Написание реакции гидрирования вещества Б, с получением вещества В	1 балл

11 класса 4 задание

Вам предстоит небольшой блиц-опрос, несколько небольших несложных вопросов, на каждый из которых надо дать обоснованный ответ. Баллы за каждый пункт суммируются.

Вопрос 1. При какой температуре константа равновесия реакции будет равна 1, если $\Delta H^\circ = 84,2 \text{ kJ/mol}$, $\Delta S^\circ = -60,3 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$?

Вопрос 2. Равновесие диссоциации в газовой фазе $2\text{ICl}_3 = \text{I}_2 + 3\text{Cl}_2$ установилось, когда разложилось 80% трихлорида йода. Определите константу равновесия, если равновесная концентрация хлора составляет 0,06 моль/л, а продукты реакции в исходной смеси отсутствовали.

Вопрос 3. Запишите электронную конфигурацию валентных оболочек атома золота.

Вопрос 4. В каком мольном отношении нужно взять карбонат и гидрокарбонат калия, чтобы рН 1 л раствора полученного раствора составил 10,66. Константы диссоциации угольной кислоты $K_1 = 4,3 \cdot 10^{-7}$, $K_2 = 4,4 \cdot 10^{-11}$.

Вопрос 5. Какой будет рН раствора, если в мерную колбу на 1 л насыпать 42 г NaHCO_3 и довести водой до метки?

Вопрос 6. Смешали по 1 л 0,01 М растворов хлорида бария и фторида натрия. Выпадет ли осадок фторида бария? $\text{PP}(\text{BaF}_2) = 1,1 \cdot 10^{-6}$. Если выпадет, то какова его масса?

Решение.

Вопрос 1.

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \cdot \Delta S^\circ$$

$$\Delta G^\circ = -R \cdot T \cdot \ln K$$

Приравнивая два уравнения, получим $\Delta H^\circ - T \cdot \Delta S^\circ = -R \cdot T \cdot \ln K$

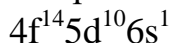
Так как $K=1$ по условию, то $\ln K = 0$, следовательно $\Delta H^\circ - T \cdot \Delta S^\circ = 0$.

$T = \Delta H^\circ / \Delta S^\circ = 84200 / (-60,3) = -1396 \text{ K}$, абсолютная температура получилась отрицательная, это значит, то ни при какой температуре нельзя добиться $K=1$.

Вопрос 2.

Если концентрация хлора 0,06 моль/л, значит концентрация паров йода 0,02 моль/л, следовательно, разложилось 0,04 моль трихлорида йода. Если это составляет 80%, то первоначально было $0,04/0,8=0,05$ моль/л трихлорида йода, а осталось в равновесии $0,05-0,04 = 0,01$ моль/л. Тогда $K = (0,02 \cdot 0,06^3)/0,01^2 = 0,0432$

Вопрос 3.



Вопрос 4.

Для решения надо вывести или знать уравнение Гендерсона-Хассельбаха $pH = pK_a - \lg[\text{Скислоты} / \text{Ссоли}]$

Роль кислоты в данном случае выполняет гидрокарбонат: $\text{HCO}_3^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+$

$$pK_a = -\lg[4,4 \cdot 10^{-11}] = 10,36$$

$$10,66 = 10,36 - \lg[\text{Ca} / \text{Cs}]$$

$\text{Ca} / \text{Cs} = 0,5$, следовательно, надо взять гидрокарбонат к карбонату как 1:2.

Вопрос 5.

Так как гидрокарбонат – амфолит, то при концентрации 0,5 М (которая получится в задаче) можно посчитать pH по упрощенной формуле $pH = (pK_{a1} + pK_{a2}) / 2$.

$$pK_{a1} = -\lg[4,3 \cdot 10^{-7}] = 6,37$$

$$pK_{a2} = -\lg[4,4 \cdot 10^{-11}] = 10,36$$

$$pH = (6,37 + 10,36) / 2 = 8,37.$$

Вопрос 6.

Произведение растворимости показывает произведение концентраций малорастворимого вещества в насыщенном растворе, соответственно, для решения задачи необходимо посчитать по формуле произведения растворимости данные концентрации ионов. Если величина превышает ПР, то выпадет осадок в таком количестве, чтобы произведение концентраций стало равно произведению растворимости, а если меньше, то осадка не будет.

Надо учесть, что при сливании растворов объем увеличится, растворы разбавленные, можем считать их плотность равной плотности воды и пренебречь возможным изменением объема. Таким образом, концентрации ионов бария и фтора, которые слили, будут равны по 0,005 М, так как объем раствора увеличился в двое. Посчитаем произведение концентраций: $PS = [\text{Ba}^{2+}] * [\text{F}^-]^2 = 0,005 * 0,005^2 = 1,25 \cdot 10^{-7}$. Эта величина меньше, чем ПР $1,1 \cdot 10^{-6}$, следовательно, осадок не выпадет.

Вопрос 1. За вывод формулы $\Delta H^\circ - T \cdot \Delta S^\circ = -R \cdot T \cdot \ln K$ 1 б, за ответ, что нет такой температуры 1 б	1+1=2
Вопрос 2. За расчет равновесных концентраций йода и трихлорида йода по 0,5 б, верное значение константы равновесия 1 б	$(0,5 \cdot 2) + 1 = 2$
Вопрос 3. Верная конфигурация 1 б	1
Вопрос 4. За вывод/запись уравнения Гендерсона-Хассельбаха 1 б, верное понимание, что используется только константа по 2-й ступени 1 б, расчет соотношения 2 б	1+1+2=4

Вопрос 5. Указание на амфолит 0,5 б, формула для расчета рН амфолитов 0,5 б, расчет рКа по двум ступеням 0,5 б, расчет рН 0,5 б	0,5+0,5+0,5+0,5=2
Вопрос 6. Расчет концентрации ионов после сливания с учетом разбавления 1 б, расчет произведения концентраций 2 б, обоснованный вывод, что осадок не выпадет 1 б	1+2+1=4
	Итого 15 баллов