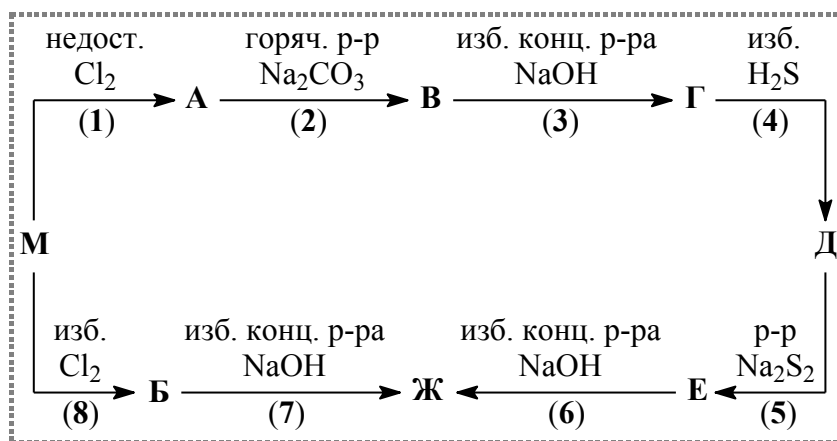


ДЕСЯТЫЙ КЛАСС

Задача 10-1

На предложенной схеме представлены превращения неорганических соединений А–Ж, содержащих в своем составе простое кристаллическое вещество М с металлическим блеском.



Известно, что массовое содержание М в соединении А в 1,311 раза больше, чем в Б.

- О каком простом веществе М идет речь в условии задания? Свой ответ подтвердите соответствующими расчетами.
- Определите вещества А–Ж и напишите уравнения реакций (1 – 8), приведенных на схеме.
- При растворении соединения А в воде образуется белый мутный раствор, содержащий мелкие частицы соединения З, состоящего из трех элементов в мольном соотношении 1 : 1 : 1. Каков состав соединения З? Напишите уравнение реакции, происходящей при растворении А в воде. Как можно избежать образование З при приготовлении раствора А?
- Соединение Б представляет собой бесцветную «дымящую на воздухе» жидкость. Напишите уравнение реакции, объясняющей появление «дыма» на воздухе из жидкости Б.

Задача 10-2

При нагревании 9,72 г серебристо-белого металла X_1 с 60,0 г твердого гидроксида натрия был получен однородный расплав и выделилось 13,0 л газа (объем измерен при 20,4°C и атмосферном давлении) (реакция 1). Расплав содержит два соединения элемента X, а именно X_2 и X_3 в эквимольных количествах. Оба эти вещества имеют одинаковый качественный состав, причем X_2 содержит 13,1% (масс.) элемента X. При обработке расплава

избытком насыщенного раствора хлорида аммония образуется белый осадок (уравнения реакций 2-4), который при сильном прокаливании на воздухе дает 18,36 г белого порошка X_4 (уравнение 5).

1. Определите элемент X.
2. Определите формулы веществ X_1 , X_2 , X_3 , X_4 .
3. Запишите уравнения всех реакций.
4. Опишите строение соединений X_2 и X_3 , если известно, что элемент X в них имеет координационное число 4.

Задача 10-3

Работая в своей лаборатории в течение многих лет, биолог наконец-то выделил новый вид бактерий. К сожалению, эти бактерии оказались очень чувствительными к кислотности среды, в которой они находились, и погибали при $pH < 6$ или $pH > 8$. Поэтому биолог обратился к своему другу химику, чтобы тот помог ему сохранить бактерии. Химик знал, что кислотнo-основнoе буфернoе рaствoрy способнo пoддeрживaть пpимepнo пoстoяннoе знaчeниe pH пpи дoбaвлeнии нeкoтoрoгo кoличeствa (инoгдa знaчитeльнoгo) сильнoй кислoты или oснoвaния. Буфернoе рaствoрy мoжнo пpигoтoвить нeскoлькими спoсoбaми: пyтeм смeшeния слaбoй кислoты и ee oднoзaмeщeннoй соли, кислoй соли, сoдeржaщeй oдин иoн вoдopoдa и срeднeй соли этoй же кислoты или двyx кислых сoлeй, oтличaющихся стeпeнью зaмeщeния иoнoв вoдopoдa нa eдиницу. Биoлoг пpигoтoвил для химикa тaк нaзывaeмый фoсфaтнoй буфернoй рaствoр. Для этoгo он рaствoрил в вoдe NaH_2PO_4 и Na_2HPO_4 . Oбщaя кoнцeнтрaция нaтрия в пoлучeннoй смeси сoстaвилa 0,28 M, фoсфoрa – 0,16 M, a pH смeси был рaвeн 7,68. Биoлoг пoмeстил в буфернoй рaствoр сoвoи бaктeрии, и дpузья рaспрoщaлись.

Oднaжды нeрaдивый пoмoщник биoлoгa слyчaйнo oпpoкинул склянку с рaствoрoм сoлянoй кислoты пpямo в сoсуд с бaктeриями в фoсфaтнoм буфeрe. Тaким oбрaзoм, в бaктeриaльнyю срeдy в буфeрe пoпaл рaствoр HCl с $pH = 1,7$. Oбъeм пoпaвшeгo в сoсуд с бaктeриями рaствoрa HCl oкaзaлся рaвeн oбъeму бaктeриaльнoй срeды.

1. Нa скoлькo eдиниц измeнилсa pH смeси пoслe пoпaдaния в нee HCl? Пoгибнyт ли бaктeрии?
2. Нa скoлькo eдиниц измeнилсa бы pH пoслe пoпaдaния в бaктeриaльнyю срeдy тaкoгo же oбъeмa рaствoрa HCl, eсли бы бaктeрии были нe в буфернoм рaствoрe, a в вoдe ($pH = 7$)? Пoгибли бы бaктeрии в этoм слyчae?

3. Объясните, на чем основано свойство буферных растворов поддерживать значение рН постоянным при добавлении сильной кислоты или основания?
4. Известно, что значение рН буферной смеси в известных пределах практически не зависит от разбавления. С чем это связано?
5. Напишите уравнения тех процессов, которые преимущественно протекают при растворении твердого дигидрофосфата натрия в воде. Укажите, какие из этих процессов являются обратимыми, а какие практически нет.
6. Не проводя расчетов, расположите следующие буферные смеси в порядке возрастания их рН:
NaHCO₃ (0,1 М)/Na₂CO₃ (0,5 М)
NaH₂PO₄ (0,5 М)/Na₂HPO₄ (0,5 М)
NaHCO₃ (0,1 М)/Na₂CO₃ (0,1 М)
H₃PO₄ (0,5 М)/NaH₂PO₄ (0,5 М)
H₃PO₄ (0,1 М)/NaH₂PO₄ (0,5 М).
7. Получится ли буферный раствор, если смешать равные объемы 0,1 М H₃PO₄, 0,2 М Na₃PO₄ и 0,3 М HCl? Поясните Ваш ответ.

Задача 10-4

Равновесия гидрирования и дегидрирования

В закрытую вакуумированную колбу при температуре 200 °С ввели водород и пары бензола в объёмном соотношении 4 : 1. Давление в колбе составило 300 мм рт. ст. Затем в колбу внесли платиновый катализатор, и после окончания реакции давление при этой же температуре уменьшилось до 200 мм рт. ст. Массовая доля углерода и водорода в продукте реакции такая же, как и в этилене.

1. Напишите уравнение реакции, происходящей в колбе.
2. Найдите парциальные давления всех веществ, находящихся в колбе после реакции, и рассчитайте: а) равновесный выход реакции, б) константу равновесия K_p реакции гидрирования бензола, выраженную через парциальные давления в барах (1 бар = 750 мм рт. ст.).
3. Как изменятся: а) константа равновесия и б) выход реакции, если при тех же условиях в колбу ввести в два раза большие количества водорода и бензола? Кратко объясните.
4. Как изменятся: а) константа равновесия и б) равновесный выход реакции, если при тех же условиях использовать не платиновый, а никелевый катализатор? Кратко объясните.
5. В колбу ввели некоторое количество циклогексана при 200 °С и внесли катализатор. После установления равновесия давление увеличилось на 150 мм рт. ст. Чему равны

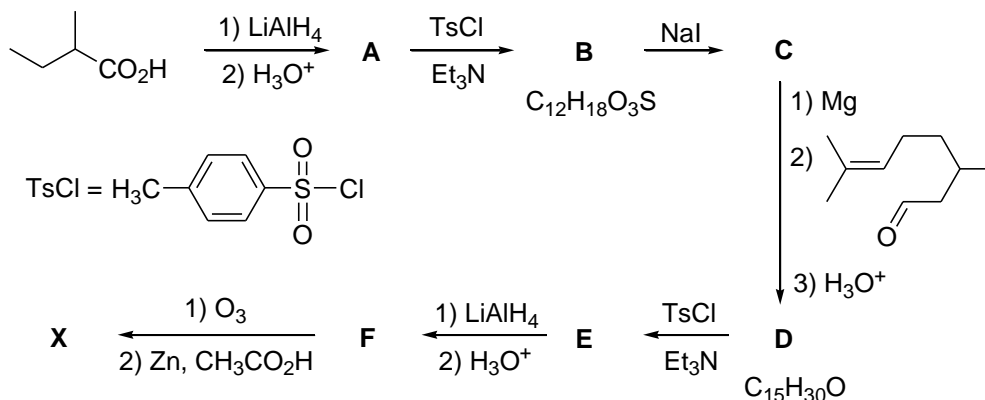
парциальные давления бензола и водорода в равновесной смеси? Каково было начальное давление циклогексана?

Задача 10-5

В 1980 г. было обнаружено, что самцы красного мучного жука *Tribolium castaneum* производят 4,8-диметилдеканаль (X), запах которого указывает другим жукам «место сбора» (например, место обилия пищи).

1. Напишите структурную формулу 4,8-диметилдеканала.
2. Сколько стереоизомеров существует для этого соединения?

Как именно жуки синтезируют 4,8-диметилдеканаль, неизвестно. Но недавно был предложен синтез стереоизомеров этого соединения из природных соединений (цитронеллала и 2-метилмасляной кислоты) согласно следующей схеме:



3. Расшифруйте данную схему, написав структурные формулы соединений A – F.

Первоначально считалось, что жуки производят это соединение в виде единственного стереоизомера, в котором все хиральные центры имеют R-конфигурацию, поскольку этот изомер показывал такую же активность, как природный феромон. Однако позднее было найдено, что *T. castaneum* производят это соединение в виде смеси стереоизомеров, причем (4R,8S)-изомер сам по себе не проявляет какой-либо активности, однако его смесь с (4R,8R)-изомером состава 1 : 4 в 10 раз более активна, чем чистый (4R,8R)-изомер.

4. Укажите абсолютную конфигурацию цитронеллала и 2-метилмасляной кислоты, которые нужно использовать для получения (4R,8R)-диметилдеканала и (4R,8S)-изомера.