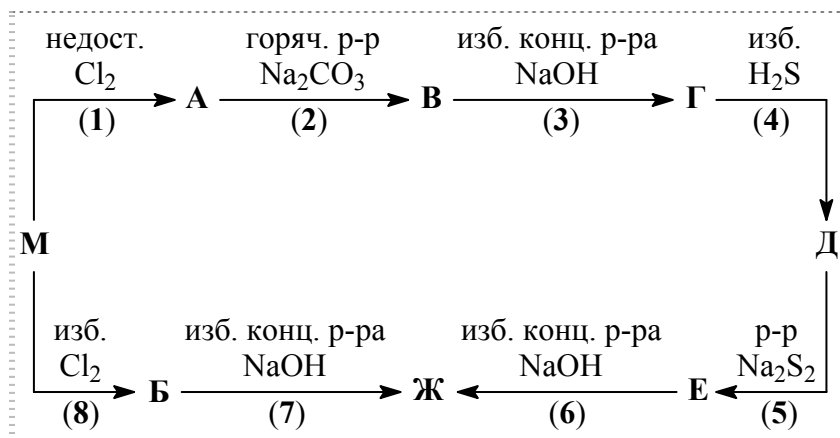


## ДЕСЯТЫЙ КЛАСС

## 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-основные буферные растворы способны поддерживать примерно постоянное значение  $pH$  при добавлении некоторого количества (иногда значительного) сильной кислоты или основания. Буферные растворы можно приготовить несколькими способами: путем смешения слабой кислоты и ее однозамещенной соли, кислой соли, содержащей один ион водорода и средней соли этой же кислоты или двух кислых солей, отличающихся степенью замещения ионов водорода на единицу. Биолог приготовил для химика так называемый фосфатный буферный раствор. Для этого он растворил в воде  $NaH_2PO_4$  и  $Na_2HPO_4$ . Общая концентрация натрия в полученной смеси составила 0,28 М, фосфора – 0,16 М, а  $pH$  смеси был равен 7,68. Биолог поместил в буферный раствор свои бактерии, и друзья распрощались.

Однажды нерадивый помощник биолога случайно опрокинул склянку с раствором соляной кислоты прямо в сосуд с бактериями в фосфатном буфере. Таким образом, в бактериальную среду в буфере попал раствор  $HCl$  с  $pH = 1,7$ . Объем попавшего в сосуд с бактериями раствора  $HCl$  оказался равен объему бактериальной среды.

1. На сколько единиц изменился  $pH$  смеси после попадания в нее  $HCl$ ? Погибнут ли бактерии?
2. На сколько единиц изменился бы  $pH$  после попадания в бактериальную среду такого же объема раствора  $HCl$ , если бы бактерии были не в буферном растворе, а в воде ( $pH = 7$ )? Погибли бы бактерии в этом случае?

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:  
NaHCO<sub>3</sub> (0,1 М)/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (0,5 М)  
NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (0,5 М)/Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> (0,5 М)  
NaHCO<sub>3</sub> (0,1 М)/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (0,1 М)  
H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (0,5 М)/NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (0,5 М)  
H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (0,1 М)/NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (0,5 М).
7. Получится ли буферный раствор, если смешать равные объемы 0,1 М H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, 0,2 М Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 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

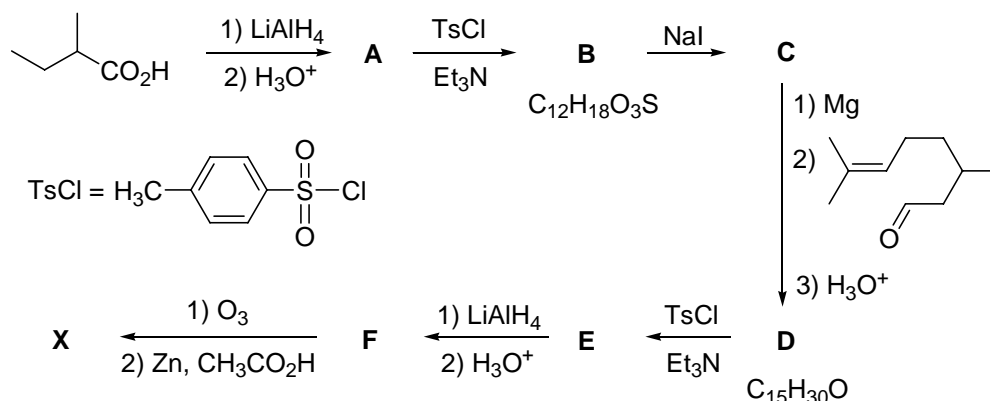
парциальные давления бензола и водорода в равновесной смеси? Каково было начальное давление циклогексана?

### 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.