

Десятый класс

Задача 10-1.

Химический элемент **Е** широко распространен на нашей планете. На схеме представлены химические превращения веществ, содержащих этот элемент.

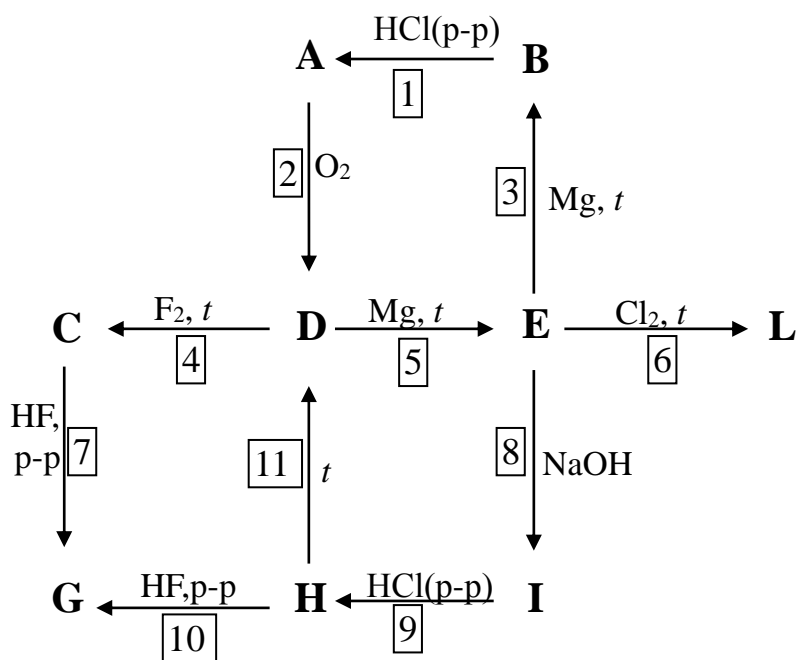
Дополнительная информация:

Вещества **А** и **С** – бесцветные газы, их плотности при нормальных условиях равны 1,432 г/л и 4,647 г/л, соответственно.

L – бесцветная жидкость, дымящая на воздухе, **G** – сильная кислота, вещество **D** входит в состав горных пород.

Вопросы:

1. Напишите уравнения реакций всех указанных превращений. Состав веществ **A**, **C** подтвердите расчетом.
2. Приведите одно название минерала, имеющего состав **D**.



Задача 10–2

Бесцветное кристаллическое соединение X_1 , содержащее металл X , хорошо растворимо в воде. Оно используется как реагент в аналитической химии. В щелочной среде оно превращается в бинарное соединение X_2 (реакция 1), содержащее 6,9 % кислорода по массе. При нагревании X_1 разлагается с потерей массы 36,5 % (реакция 2).

При добавлении небольшого количества тиосульфата натрия к раствору X_1 наблюдается окрашивание раствора в красный цвет, который становится красновато-коричневым и через несколько минут выпадает темно-коричневый осадок вещества X_3 , содержащего в своем составе два различных аниона (реакция 3). При нагревании на воздухе 1,1 г X_3 до 600 °С образуется серый порошок массой 0,9 г (реакция 4).

1. Определите металл X и соединения X_1 , X_2 , X_3 . К какому классу соединений относится вещество X_3 ?
2. Запишите уравнения всех упомянутых реакций.

Задача 10-3

Химику Колбочкину приснился сон. Он и два его друга попали в сказочное королевство и им предстоит пройти серьезное испытание. Они стоят возле замка, у каждого в руках пустая химическая склянка. В замке четыре комнаты, один вход и три выхода (см. схему замка). Колбочкин с друзьями должны войти в замок и выйти через разные выходы. Каждую комнату они имеют право пройти только один раз. При этом находящийся в ней стражник выливает в их склянки по 10 мл того раствора, который указан для этой комнаты на схеме. Таким образом, на выходе в склянке у каждого из друзей будет по 20 мл раствора неизвестного состава и с неизвестным значением рН. Если Колбочкин и его друзья не рассчитают значения рН своих растворов и не ответят на некоторые другие вопросы, то навсегда останутся в сказочном королевстве и не вернуться домой.

Помогите Колбочкину и его друзьям пройти испытание!

Чтобы это сделать, для *каждого из трех* вариантов прохода через замок:

1. Напишите молекулярное(ые) уравнение(я) химической(их) реакции(й), протекающей(их) в склянке, из которого(ых) можно установить молекулярный состав продуктов этой(их) реакции(й).
2. Рассчитайте концентрацию(и) этого(их) продукта(ов).
3. Ответьте на вопрос, протолитическая система какого типа определяет рН полученного раствора (кислота, основание, амфолит, буферная смесь)? Напомним, что согласно

протолитической теории, кислота – это частица, отдающая протон (ион водорода), основание – частица, принимающая протон, амфолит – частица, способная как принимать, так и отдавать протон, буферная смесь представляет собой смесь сопряженных кислоты и основания.

4. Напишите уравнение(я) диссоциации соли(ей) и сокращенное(ые) молекулярно-ионное(ые) уравнение(я) равновесия(й), определяющего(их) рН раствора.
5. Запишите выражение(я) для констант(ы) этого(этих) равновесия(й).
6. Оцените значение рН раствора в склянке с точностью до десятых долей логарифмической единицы.

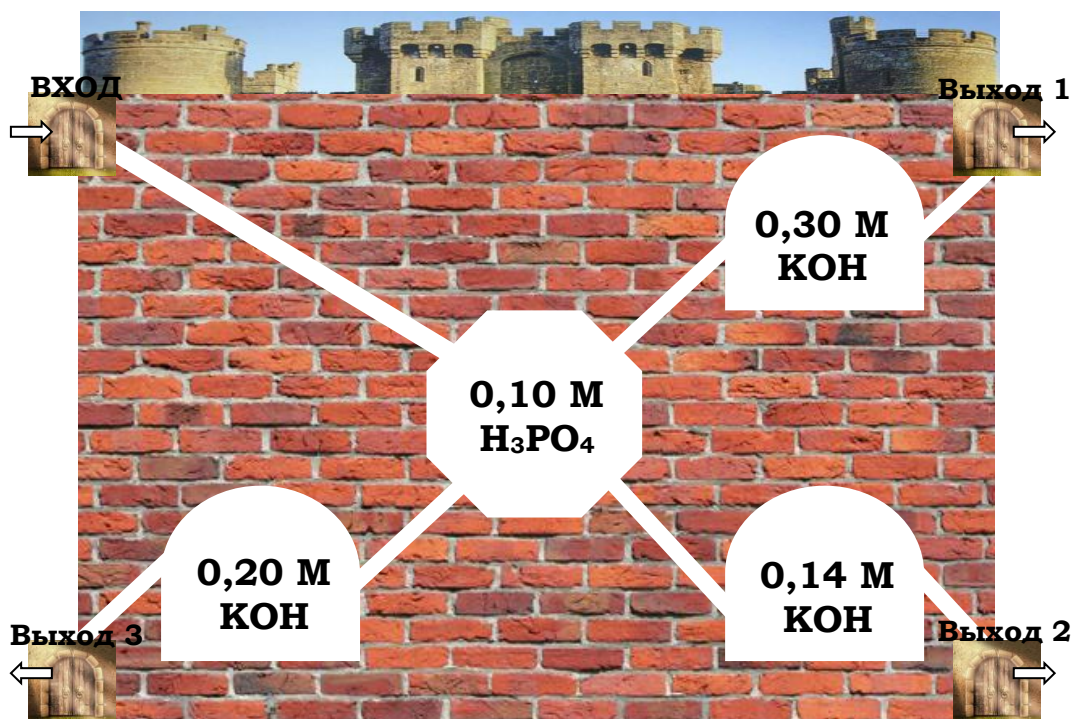
Справочные данные (константы кислотности фосфорной кислоты):

$$K_{aI} = 6,9 \cdot 10^{-3}$$

$$K_{aII} = 6,23 \cdot 10^{-8}$$

$$K_{aIII} = 4,79 \cdot 10^{-13}$$

Схема



Задача 10-4

Смесь трех структурно изомерных алкенов **A**, **B** и **C** в избытке водорода общим объемом 7,17 л (н. у.) пропустили над никелевым катализатором при нагревании. Реакция прошла на 75 %, и объем смеси уменьшился до 5,15 л (н. у.). При пропускании исходной смеси через склянку с избытком бромной воды алкены полностью поглотились, и масса склянки увеличилась на 10,1 г.

1. Рассчитайте суммарный объем алкенов в исходной смеси.
2. Установите молекулярную формулу алкенов.

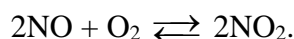
Известно, что молекулы **C** хиральны (содержат асимметрический атом углерода, имеющий 4 различных заместителя), **B** и **C** – ахиральны. При гидрировании в присутствии катализатора (H_2/Ni) **A**, **B** и **C** дают один и тот же продукт **D**, а при взаимодействии с HBr основным продуктом во всех случаях является соединение **E**. Если реакцию с HBr проводить в присутствии перекиси, то будут получены три разных бромида **A**₁, **B**₁ и **C**₁ соответственно. При этом бромид **B**₁, полученный из **B**, в ходе обработки спиртовым раствором сильного основания – трет-бутилата калия – превращается в смесь **B** и **C** с преобладанием **C**.

3. Напишите структурные формулы всех соединений, приведите схемы реакций.
4. Для какого из этих соединений возможна геометрическая изомерия? Напишите изомеры и назовите их с использованием *Z,E*-номенклатуры.

Задача 10-5

Разложение оксидов азота

21,6 г оксида азота (V) полностью разлагается в атмосфере 0,2 моль кислорода в сосуде объемом 10 л при постоянной температуре. После окончания реакции давление в сосуде увеличилось в 4 раза. В сосуде устанавливается следующее химическое равновесие:



1. В каком агрегатном состоянии (твёрдом или газообразном) находится оксид азота (V) при этой температуре? Обоснуйте ответ с помощью расчёта.
2. Определите степень разложения NO_2 , мольные доли газов в полученной смеси и плотность смеси по водороду.
3. Во другом опыте взяли иное количество оксида азота (V), остальные условия не изменились. В результате N_2O_5 разложился полностью, а степень разложения NO_2 составила 40 %. Сколько молей N_2O_5 было взято и во сколько раз равновесное давление оказалось больше первоначального?