

Одиннадцатый класс

Задача 11-1

Химические элементы X и Y образуют между собой 4 бинарных соединения.

Соединение	$\omega(X)$, %	Цвет
А	17,02	белый
Б	29,09	белый
В	45,07	желтый
Г	55,17	оранжевый

Известно, что Y образует хлорид и карбонат, растворимые в воде.

1. Определите неизвестные вещества.
2. Напишите уравнения взаимодействия А–Г с холодной водой (реакции 1–4), а также реакцию веществ А и В между собой (реакция 5).
3. Как химическим путем отличить А от Б (одна реакция 6)?

Задача 11-2

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 пять комнат, 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 30 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 реакции.
2. Рассчитайте концентрацию(и) этого(их) продукта(ов).

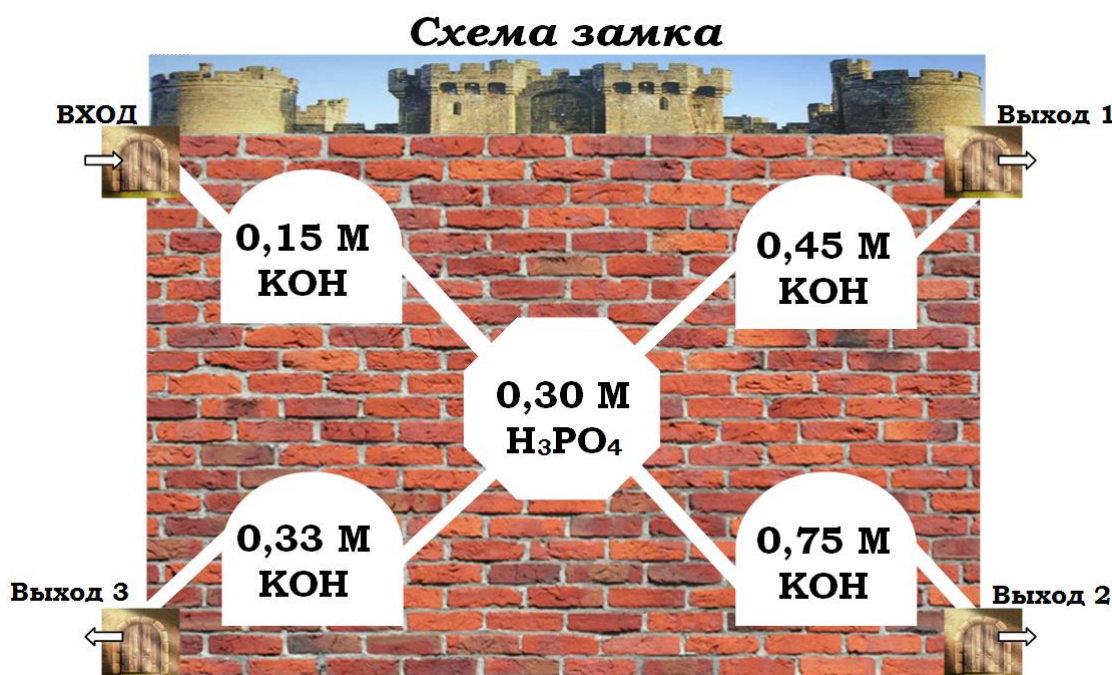
3. Ответьте на вопрос, протолитическая система какого типа определяет рН полученного раствора (кислота, основание, амфолит, буферная смесь)? Напомним, что согласно протолитической теории, кислота – это частица, отдающая протон (ион водорода), основание – частица, принимающая протон, амфолит – частица, 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):

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

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

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



Задача 11-3

Смесь трех структурно изомерных алкенов А, В и С 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 **A** – 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 **A₁**, **B₁** и **C₁** соответственно. При этом бромид **B₁**, 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 11-4

Чтобы облегчить страдания, он ввёл ей авертин

P. Стаут «С прискорбием извещаем»

*Например, <Z>, который легко достать. Если его растворить
в каком-нибудь...напитке, он почти не даёт привкуса*

P. Стаут «Окончательное решение»

Действующим веществом авертина является соединение **A**, которое, как и вещество **Z**, получают из соединения **B**, используемого, например, в качестве растворителя. При обработке **B** простым веществом X_2 образуется соединение **C**, которое восстанавливают в **A** действием изопророксида алюминия. Если реакцию **B** с X_2 проводить в присутствии щелочи, образуется соединение **D**. Его можно получить также, если **C** обработать крепкой щелочью. **A** хорошо растворим в бензоле и спирте и умеренно в воде. При нагревании водного раствора **A** выше $40^\circ C$ он разлагается с отщеплением HX и образованием **E**. Соединение **Z** (хорошо растворимо в воде и спирте, малорастворимо в бензоле) получают из **B** при действии другого простого вещества Y_2 , которое в присутствии щелочи дает соединение **F**, аналогичное по структуре соединению **D**. Содержание элементов **X** и **Y** в соединениях **A**, **C–F**, **Z** дано в таблице.

Соединение	A	C	D	E	F	Z
------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Массовая доля X (Y) , %	84,8	85,4	94,9	79,2	89,1	64,4
--------------------------------	------	------	------	------	------	------

1. Напишите структурные формулы соединений **A–F** и **Z**, элементы **X** и **Y**. Ответ обоснуйте.
2. Напишите уравнение реакции превращения **B** в **C**.

Задача 11-5

Получение сверхчистого никеля

В никелевый сосуд объёмом 20,2 л ввели монооксид углерода, давление которого при температуре 30 °С составило 2,0 бар. Сосуд нагрели до 105 °С и затем поддерживали при постоянной температуре. Давление начало падать и в конце концов понизилось до 1,0 бар.

1. Запишите уравнение протекающей в сосуде реакции и найдите давления веществ в полученной газовой смеси.
2. Рассчитайте плотность полученной смеси по воздуху.
3. а) Запишите выражение для константы равновесия, установившегося в сосуде, и определите её значение. (Можете использовать давления или концентрации.)
б) Изменится ли это значение, если: а) начальное давление СО составит 10,0 бар; б) реакция будет происходить при температуре 90 °С?
4. Полученную газовую смесь перенесли в другой реактор, где нагрели до 250 °С. Сколько граммов сверхчистого никеля удалось получить?
6. Если бы при тех же условиях эксперимента сосуд был сделан не из никеля, а из сплава железа с никелем, то каким было бы конечное давление: больше 1,0 бар, меньше 1,0 бар или ровно 1,0 бар? Кратко объясните. Учтите, что железо при этих условиях не реагирует с СО.