

Всероссийская олимпиада школьников по химии
(муниципальный этап)
11 класс
2023-2024 учебный год

Задание 11-1

В замкнутом сосуде смешали водород, кислород и хлор. Плотность полученной газовой смеси по азоту составила 0,4625. Известно, что в смеси содержится в 14 раз больше водорода, чем хлора (по объёму). Смесь газов взорвали и охладили. Определите массовую долю (в %) кислоты в растворе, который обнаружили в сосуде. **(20 баллов)**

Задание 11-2

Соль А массой 36,00 г растворили в воде, не допуская контакта раствора с воздухом. Если к образовавшемуся бесцветному раствору добавить избыток азотной кислоты, то у раствора появится окраска. При выпаривании полученного раствора образуется кристаллогидрат, в котором содержится 48,40 г безводной соли Б. При термическом разложении соли Б образуются твёрдое вещество и смесь двух газов, мольное соотношение компонентов в которой составляет 1 : 4. Разложение соли А при нагревании приводит к образованию таких же продуктов, что и в случае соли Б, но в другом соотношении.

1. Какие соли были взяты? Укажите в ответе их молярные массы (в г/моль), атомные массы элементов необходимо брать с точностью до целых.
2. Определите с точностью до целых массу (в граммах) газовой смеси, выделяющейся при полном термическом разложении 36,00 г соли А.
3. Определите объёмную долю того компонента газовой смеси, образующейся при разложении соли А, которого меньше в смеси. **(20 баллов)**

Задание 11-3

В аптечке почти каждого человека присутствует данный лекарственный препарат. В виде порошка его продают с 1899 г., а в форме таблеток – с 1904 г. В настоящее время лекарственное средство имеет более сотни торговых названий, среди которых – «Колфарит», «Новандол», «Ново-джессик» и много других. В 1950 году этот фармацевтический продукт был включён в «Книгу рекордов Гиннеса» как самый продаваемый анальгетик (обезболивающее средство). Впервые действующее вещество (вещество X) данного препарата было синтезировано в 1852 г. (**уравнения 1, 2**). В 1897 г. вещество А получили другим способом (**уравнения 3, 4**).

Известно, что вещество X имеет ряд ограничений, связанных с его недостаточной растворимостью в воде, наличием неприятного вкуса и раздражающим действием на слизистую оболочку желудка. Поэтому в начале 1900-х гг. удалось синтезировать производные этого соединения – действующие вещества нового поколения, которые лишены этих недостатков (**уравнения реакций 5, 6, 7**).

Для подтверждения качества препарата, содержащего вещество X, проводят его щелочной гидролиз, а затем добавляют водный раствор хлорида железа (III). В присутствии одного из продуктов гидролиза вещества X соль железа (III) образует комплексное соединение сине-фиолетового цвета (**реакции 8-9**).

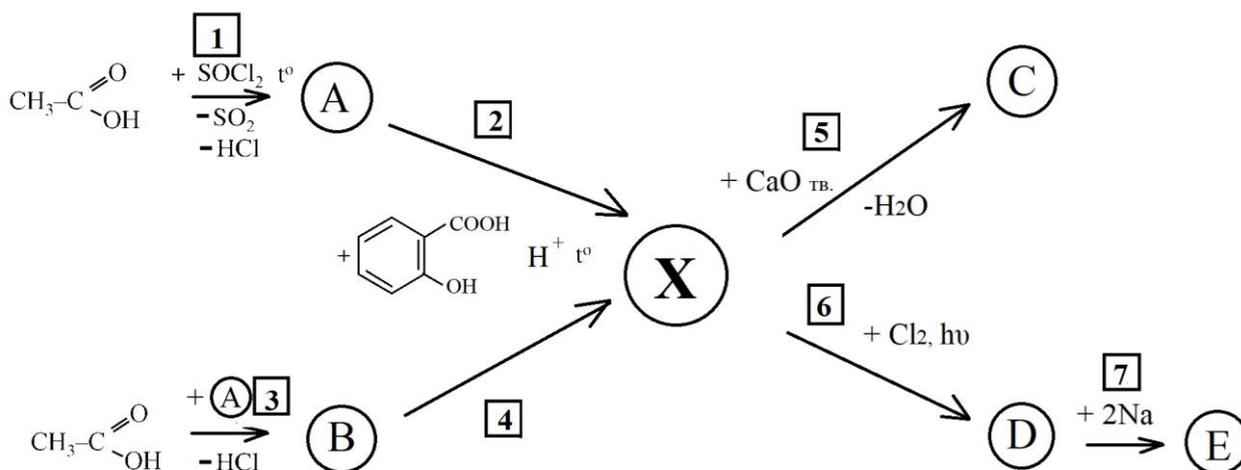


Рис. 1. Синтез вещества X и анальгетиков нового поколения

Вопросы.

1. Приведите его структурную формулу вещества X и его название.
2. Составьте уравнения **реакций 1-7** (см. ниже схему 1).
3. Назовите вещества **A, B, C**.
4. Приведите уравнения реакция, доказывающие доброкачественность лекарственного препарата, который содержит вещество X (**реакции 8-9**). (20 баллов)

Задание 11-4

Ионы Ca^{2+} необходимы для формирования костей, участвуют в свёртывании крови, поддерживают работу сердечной мышцы, требуются для передачи нервного импульса. При их недостатке в организме человека происходят серьёзные нарушения. Поэтому в некоторых случаях для поддержки организма врач назначает применение препаратов, содержащих кальций. Наиболее известным из них является глюканат кальция (см. рис. 1). Однако в последнее время ведутся поиски соединений, более эффективных и содержащих повышенное количество кальция.

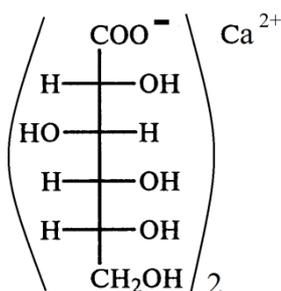
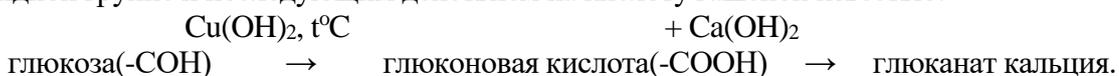


Рис. 1. Глюканат кальция

Вопросы.

1. Напишите уравнения реакций получения глюканата кальция окислением глюкозы по альдегидной группе и последующим действием на кислоту гашёной известью:



2. Рассчитайте массовую долю кальция в глюканате кальция (ответ запишите с точностью до сотых).
3. В соли органической гидроксилсодержащей кислоты (соединение X) массовая доля кальция почти в 2 раза (точнее, в 1,97 раза) больше, чем в глюканате кальция. При этом

соединение **X** хорошо растворяется в воде и не раздражает слизистую желудка, поэтому его иногда добавляют в шоколадные батончики и напитки. Укажите массовую долю кальция в соединении **X**.

4. Определите молярную массу соли **X**.

5. Массовая доля углерода в веществе **X** составляет 33,03%, водорода – 4,59%. Установите молекулярную формулу вещества **X**.

6. Составьте структурную формулу вещества **X** и напишите уравнение реакции синтеза соединения **X** взаимодействием соответствующей гидроксилсодержащей одноосновной органической кислоты ((R-COO)₂Ca) с гашёной известью. **(20 баллов)**

Задание 11-5 **Мысленный эксперимент**

При наведении порядка в шкафу лаборант обнаружил склянку с твёрдым веществом. Для его содержимого он провёл исследование. Оказалось, что данное вещество представляет собой белые кристаллы, хорошо растворимые в воде. При нагревании кристаллов вместо плавления произошло образование белых паров, которые вновь выделились на холодных стенках пробирки выше, охладившись при соприкосновении с ними.

При добавлении лакмуса к водному раствору вещества окраска раствора приобрела красный цвет.

К водному раствору анализируемого вещества лаборант добавил раствор гидроксида натрия и нагрел содержимое пробирки. При этом лаборант ощутил резкий раздражающий запах. При испытании газообразного вещества при помощи красной лакмусовой бумаги она приобрела синий цвет.

Затем лаборант испытал действие раствора нитрата серебра на пробу водного раствора исследуемого вещества. В результате выпал осадок белого цвета, который растворился в избытке водного раствора аммиака.

Лаборант растворил 0,9010 г вещества в мерной колбе объёмом 100 мл. 25,00 мл раствора испытуемого вещества он титровал 0,2 М раствором нитрата серебра в присутствии индикатора – хромата калия (до образования осадка кирпично-красного цвета). Средний объём раствора нитрата серебра, затраченный на титрование пробы, составил 21,25 мл. Определите, какое вещество содержится в бутылке, укажите его название и напишите уравнения реакций, о которых идёт речь в проведённом исследовании. **(20 баллов)**