

10 класс

Задача 10-1

Алюминиевые гранулы массой 14,3 г полностью прореагировали с 1 кг насыщенного раствора вещества **X**, имеющего $pH=14$, с выпадением 141 г серого осадка и выделением 11 л газа ($25^{\circ}C$, 1 атм). Образовавшуюся смесь профильтровали, а к фильтрату добавили избыток иодида калия, что дало жёлтый осадок массой 175,4 г. При этом действие избытка иодида калия на 250 г исходного раствора **X** даёт 101 г жёлтого осадка того же состава.

- Определите формулу **X**, а также состав серого и желтого осадков. Приведите уравнения всех описанных в задаче превращений.*
- Установите растворимость вещества **X** (г на 100 г воды) в данных условиях.*

Задача 10-2

Фосфор представлен несколькими аллотропными модификациями, наиболее важными среди них являются красный фосфор и белый фосфор.

При лабораторном получении фосфора студент не выдержал условия процесса и получил смесь белого и красного фосфора массой 1,35 кг. Эту смесь он поместил в холодный 10%-ный (по массе) раствор КОН объемом 12 л и плотностью $1,09 \text{ г/см}^3$ и выдержал длительное время в вытяжном шкафу. Часть твердой смеси растворилась, раствор и нерастворившийся остаток студент разделил фильтрованием.

Избыток щелочи в растворе он нейтрализовал 10% HCl. Чтобы соль, содержащаяся в полученном растворе, не пропадала зря, студент открыл старые дверные ручки всех лабораторий на этаже и поместил их в емкость с раствором $NiCl_2$ и необходимыми буферными добавками. Приливая в эту емкость полученный после нейтрализации кислотой раствор, студент осадил никель на поверхность дверных ручек, в результате чего она стала блестящей и красивой. Нерастворившийся в исходном растворе щелочи остаток студент сжег в избытке воздуха. Продукт сжигания он осторожно, маленькими порциями растворил в 635 мл воды и получил 85% раствор ортофосфорной кислоты.

- Как в промышленности получают упомянутые аллотропные модификации фосфора? Приведите соответствующие уравнения реакций.*
- Приведите уравнения реакций, протекавших в ходе описанных процессов. Почему студент проводил обработку фосфора щелочью в вытяжном шкафу?*
- Рассчитайте массовую долю красного фосфора в исходной смеси.*
- Какая масса 10%-ного раствора HCl потребовалась для нейтрализации избытка щелочи?*

д) Рассчитайте среднюю толщину никелевого покрытия, которое получилось у студента при восстановлении, если суммарная площадь поверхности всех дверных ручек составляла $0,34 \text{ м}^2$. Плотность металлического никеля составляет $8,9 \text{ г/см}^3$. Считайте, что в ходе процесса фосфор полностью переходит в степень окисления +3.

Задача 10-3

Баритовая штукатурка используется для отделки стен рентген-кабинетов в медицинских учреждениях, помещений научно-исследовательских центров, работающих с источниками рентгеновского или гамма-излучения, при обустройстве бомбоубежищ. Связано это с тем, что основной компонент баритовой штукатурки – сульфат бария – является протектором рентгеновского излучения. Слой баритовой штукатурки в 20 мм обеспечивает такую же защиту от рентгеновского излучения как свинцовый лист в 2 мм. Способность атомов бария поглощать рентгеновское излучение используется в рентгеноскопии. Для рентгеновского исследования органов пищеварения пациент принимает внутрь «баритовую кашу» – суспензию 100 г сульфата бария в воде.

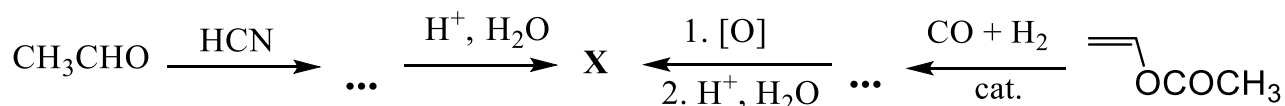
- а) Сульфат бария не является токсичным в связи с его низкой растворимостью. Рассчитайте объем чистой воды, необходимый для перевода 100 г сульфата бария в раствор при $25 \text{ }^\circ\text{C}$, если $PP(\text{BaSO}_4)=1,1 \cdot 10^{-10}$.
- б) В растворе сульфата натрия некоторой концентрации при $25 \text{ }^\circ\text{C}$ растворимость сульфата бария снизилась в 12 000 раз по сравнению с растворимостью в чистой воде. Определите концентрацию раствора сульфата натрия.
- в) Каков будет состав осадка при смешении 1 дм^3 раствора, содержащего по $1 \cdot 10^{-4}$ моль нитратов свинца и бария, и $0,5 \text{ дм}^3$ $0,1 \text{ мМ}$ раствора сульфата калия, если $PP(\text{PbSO}_4)=1 \cdot 10^{-8}$?

Задача 10-4

Производство полимерных материалов является одной из главных отраслей химической промышленности на сегодняшний день. Полимерные материалы используются для создания упаковки, конструкционных материалов и многих предметов быта. Так, например, актуальные в этом году защитные маски также изготавливаются из полимерных материалов – в основном, из полипропилена. В нашей стране ежедневно выпускается около 110 тысяч полипропиленовых одноразовых масок. Такие маски обычно состоят из трех полимерных слоев. Два внутренних слоя изготавливаются менее плотными (с плотностью

около 32 г/м²), а внешний более плотным (45 г/м²). Геометрические параметры масок 170x90 мм.

Несмотря на преимущества одноразовых масок, в мире наблюдается тенденция к переходу либо на многоразовые маски, либо на маски из биоразлагаемых полимерных материалов. Так, в некоторых странах активно выпускаются «эко-маски» из полимера PLA. PLA производят из природной карбоновой кислоты **X** по реакции поликонденсации или из ее производного **Y** по реакции полимеризации. В промышленности и в лаборатории **X** получают из ацетальдегида или винилацетата соответственно:



- Рассчитайте массу пропена, которая необходима для ежедневного производства масок в нашей стране. Выход полимеризации пропена составляет 90%, а при изготовлении самих масочных изделий 2% материала попадает в отходы в виде обрезков и брака.
- Как использование одноразовых масок из полипропилена вредит экологии?
- Одним из способов утилизации одноразовых масок является сжигание. Рассчитайте массу углекислого газа, образующегося при сжигании одного миллиона масок. Как Вы считаете, является ли такой подход приемлемым с точки зрения экологии?
- Приведите структурные формулы **X** и **Y**, а также промежуточных продуктов в схеме синтеза. Приведите названия **X** и **Y**.

Задача 10-5

В полярных регионах России и в Антарктиде иногда наблюдается необычное явление: снег и лед окрашиваются в розовый цвет. Долгое время природа этого явления была не ясна, однако несколько лет назад было выяснено, что окраска связана с присутствием в воде пигмента **X**, содержащегося в некоторых водорослях и растениях. О соединении **X**, которое является производным 1,2,3,4-тетрагидронафталина, известно следующее:

- на титрование 10 мл 0,018 М раствора **X** в неводном растворителе уходит 9 мл 0,02 М раствора NaOH;

- при восстановлении **X** LiAlH₄ с последующим нагреванием в присутствии кислоты с большим выходом образуется 1-нафтол (α-нафтол);

-наиболее интенсивный пик **X** в масс-спектре, соответствующий молекулярному иону, имеет отношение массы к заряду, равное 178;

-при дегидратации **X** внутримолекулярная водородная связь в молекуле сохраняется;

-при реакции 0,04 моль **X** с избытком калия выделяется 1858,6 мл газа (0,5 атм; 10°С), а если **X** предварительно обработать LiAlH₄, то количество выделяющегося газа возрастает в 1,5 раза;

-хиральный атом углерода в молекуле **X** связан с sp²-гибридным атомом углерода и имеет R-конфигурацию.

а) Установите молекулярную формулу **X**.

б) Какие структурные фрагменты или функциональные группы содержатся в **X** согласно данным задачи? Ответ поясните.

в) Приведите структурную формулу **X**, а также схемы всех описанных в задаче превращений. Свой ответ обоснуйте.