

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
2019-2020 учебный год
11 класс
Время выполнения заданий - 5 часов

Задача 11-1.

Перекристаллизация является одним из самых эффективных методов очистки твердых веществ. Принцип процесса перекристаллизации состоит в получении горячего насыщенного раствора вещества. Содержание вещества в насыщенном растворе при определенной температуре количественно характеризует растворимость этого вещества при этой температуре. При понижении температуры растворов растворимость большинства веществ уменьшается, поэтому охлаждение горячих насыщенных растворов приводит к выделению из раствора части растворенного вещества в виде хорошо сформированных кристаллов. Среди всех методов очистки солей и органических соединений перекристаллизация занимает первое место по применимости, что связано с простотой и эффективностью процесса.

1. Безводный хлорид кобальта(II) представляет собой гигроскопичные голубые кристаллы и придает стеклу и фарфору синюю окраску, поэтому применяется в производстве посуды и декоративного стекла. В индикаторах влажности используется свойство безводной соли изменять окраску при увеличении количества молекул воды в образующихся кристаллогидратах: моногидрат хлорида кобальта(II) - сине-фиолетовый, дигидрат – фиолетовый, тетрагидрат - темно-красный, а гексагидрат имеет розовый цвет.

Растворимость безводного хлорида кобальта(II) при 20 °С составляет 36,1 г в 100 г воды. К насыщенному раствору хлорида кобальта(II) массой 200 г добавили 20 г безводной соли, температуру раствора повысили до полного растворения соли, а потом охладили до 20°С. Рассчитайте массу выделившегося при охлаждении раствора гексагидрата хлорида кобальта(II).

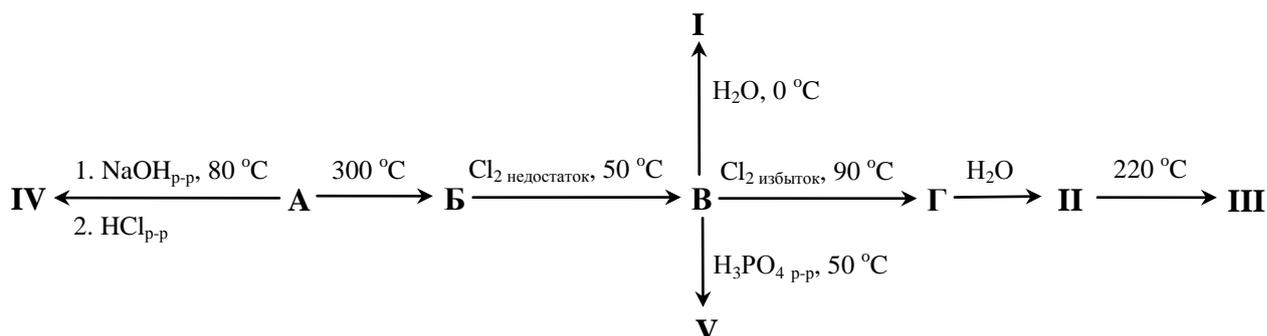
2. Процентом потерь при перекристаллизации называется отношение массы вещества в оставшемся после перекристаллизации в растворе к массе вещества в горячем растворе, из которого проводят кристаллизацию. Рассчитайте процент потерь при перекристаллизации хлорида кобальта(II) в условиях, описанных в пункте 1.

3. Вычислите массы гексагидрата хлорида кобальта(II) и 5% раствора хлорида кобальта(II) необходимые для получения 200 г 10 %-ного раствора соли.

(10 баллов)

Задача 11-2.

Вместе с углеродом, водородом, кислородом, азотом и серой элемент **X** является самым распространенным элементом жизни на Земле, поэтому его называют органогеном. В виде соединений элемент **X** относится к структурным (тканеобразующим) макроэлементам, и входит в состав костной, мышечной и нервной тканей человека и животных. Соединения **X** составляют основу производства минеральных удобрений, красок, стекла, спичек, моющих средств и лекарственных препаратов – всё это далеко не полный список материалов, содержащих **X**! Элемент **X** – рекордсмен по числу образуемых им кислородсодержащих кислот. Во всех своих кислотах атом элемента **X** находится в центре тетраэдра и образует пять химических связей. Ниже приведены схемы получения пяти кислот элемента **X** (кислоты **I – V**).



Дополнительные сведения:

- соединения **А-Г** тоже содержат элемент **Х**,
- соединение **А** белого цвета с желтоватым оттенком, а соединение **Б** красного цвета,
- соединения **В** и **Г** состоят из двух элементов (бинарные),
- массовая доля элемента **Х** в соединении **В** составляет 22,545 %,
- в молекулах кислот **III** и **V** два атома элемента **Х**,
- молярная масса кислоты **III** в 1,1 раза больше молярной массы кислоты **V**.

Вопросы:

1. Назовите элемент **Х**, подтвердите расчетом.
2. Приведите молекулярные формулы веществ **А-Г** и кислот **I-V**.
3. Напишите уравнения реакций, представленных на схеме.
4. Изобразите графические формулы кислот **I-V**.
5. Приведите формулы средних и кислых калиевых солей кислот **I** и **IV**.
6. Какие из кислот **I-V** проявляют восстановительные свойства? Приведите уравнения реакций взаимодействия этих кислот с подкисленным раствором перманганата калия.

(10 баллов)

Задача 11-3.

Смесь бутина-1 (**А**) и бутина-2 (**Б**) полностью прореагировала с 20 л (55 °С, 109 кПа) водорода в присутствии платины с выделением 111,62 кДж тепла. Смесь **А** и **Б** той же массы взаимодействует с 230 г 5 %-ного раствора аммиачного комплекса меди(I).

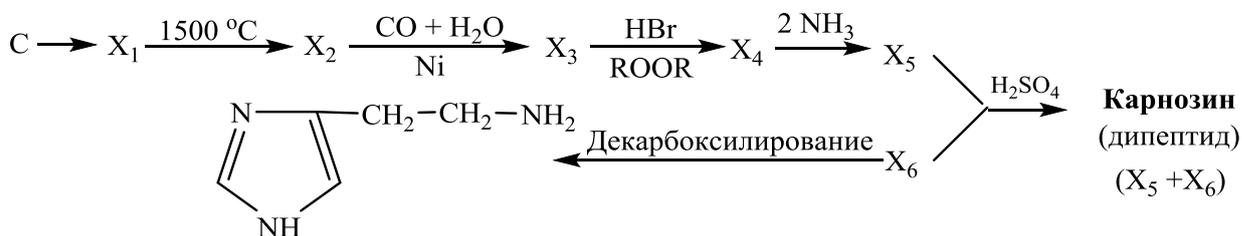
1. Напишите уравнения реакций, описанных в задаче.
2. Установите состав смеси **А** и **Б** в мольных %.
3. Рассчитайте тепловые эффекты реакций гидрирования **А** и **Б** (кДж/моль), если при гидрировании 0,4 моль эквимольной смеси выделяется 106,92 кДж теплоты.
4. Рассчитайте тепловой эффект реакции изомеризации бутина и определите какой из изомеров (**А** или **Б**) более устойчив.
5. Окисление алкинов перманганатом калия в кислой среде позволяет установить их строение. Напишите уравнения реакций окисления изомеров **А** и **Б**.

(10 баллов)

Задача 11-4

Все клетки живого организма непрерывно синтезируют и поддерживают определенный, функционально необходимый уровень пептидов. Когда происходит сбой в работе клеток, нарушается и биосинтез пептидов (в организме в целом или в отдельных его органах), который либо усиливается, либо ослабевает. Дипептид **карнозин** – пептид-антиоксидант был открыт 1900 г. профессором Московского университета Владимиром Сергеевичем Гулевиным и стал первым открытым биогенным пептидом. Было установлено колоссальное увеличение работоспособности мышц под действием этого вещества. Карнозин также является частью естественной антиоксидантной системы организма и связывает в комплексные соединения катионы меди(II) и железа(II), которые в свободном виде катализируют превращение перекиси водорода в радикалы •ОН, вызывающие окислительный стресс клеток. В настоящее время известен факт, что карнозин ингибирует рост амилоидных фибрилл, которые образуются, например, при болезни Альцгеймера.

Синтез карнозина может быть проведен согласно схеме:



Определите формулы веществ $X_1 - X_6$ и карнозина. Напишите уравнения реакций, соответствующих схеме.

(10 баллов)

Задача 11-5

В шести пробирках находятся водные растворы фенола, ацетальдегида, пропионовой кислоты, муравьиной кислоты, ксилита и рибозы.

1. Используя растворы $CuSO_4$ (5 %-ный), $NaOH$ (5 %-ный), $NaHCO_3$ (10 %-ный), бромную воду, водяную баню и плитку определите вещества в пробирках. Результаты мысленного эксперимента представьте в виде таблицы.

2. Напишите уравнения реакций, на основании которых произведено определение веществ.

Дополнительные сведения:

Ксилит – предельный многоатомный спирт с молекулярной формулой $C_5H_{12}O_5$.

(10 баллов)