

11 класс

Задача 11-1

Вещество **С** считается перспективным реагентом для очистки и обеззараживания воды, поскольку оно в отличие от хлора не образует ядовитых хлорорганических производных, не токсично, не ухудшает органолептические свойства воды и не инициируют коррозию трубопроводов. Ниже описан эксперимент, который позволит установить химический состав **С**.

Навеску металла **А** массой 1.000 г полностью растворили в разбавленном растворе HNO_3 . К полученному раствору добавили избыток раствора NaOH и через образовавшуюся суспензию пропустили газ **В** до полного растворения осадка и образования раствора вещества **С**. К полученному прозрачному раствору добавили избыток раствора $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, в результате чего выпал фиолетово-красный кристаллогидрат **Д** массой 4.926 г. Осадок отфильтровали, а фильтрат подкислили раствором HNO_3 и добавили избыток раствора AgNO_3 . При этом выпало 7.700 г белого аморфного осадка **Е**, который также отфильтровали. Анализ полученного фильтрата показал, что он не содержит никаких анионов, кроме NO_3^- .

1. Установите вещества **А – Е**.
2. Ответ подтвердите соответствующими расчетами и рассуждениями. При вычислениях пренебрегите взаимодействием **В** с щелочью.
3. Напишите уравнения протекающих реакций.

Задача 11-2

В методе кулонометрического титрования определяемое вещество – аналит – взаимодействует с реагентом, который образуется в результате электрохимической реакции. В ходе проведения эксперимента устанавливают количество электричества, которое требуется для получения реагента, необходимого для взаимодействия с аналитом. Исходя из полученных данных, вычисляют массу или концентрацию аналита.

Для кулонометрического определения мышьяка (III) к раствору, содержащему арсенит натрия, добавляют кристаллический KI, NaHCO₃ и несколько капель водного раствора крахмала. Затем включают секундомер и начинают электролиз. Окончание реакции устанавливают по появлению характерной темно-синей окраски.

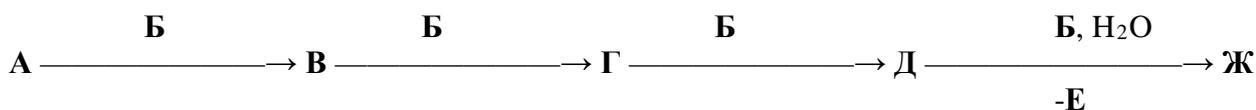
1. Напишите уравнения химических реакций, происходящих в растворе.
2. Рассчитайте массу мышьяка в растворе, если реакция окисления арсенита завершилась через 3 минуты 25 секунд, а сила электрического тока на протяжении всего эксперимента составляла 15 мА.
3. С какой целью к раствору добавляют NaHCO₃ и крахмал?

Задача 11-3

Одной из характерных реакций карбонильных соединений является реакция альдольной конденсации, включающая катализируемое щелочью нуклеофильное присоединение по карбонильной группе с образованием новой С-С связи согласно схеме:



С помощью такой реакции получают пентаэритрит, применяемый в производстве лаков, красок, пиротехники. Расшифруйте схему синтеза пентаэритрита **Ж** из исходных веществ **А** и **Б**, которые являются ближайшими гомологами друг друга. Все 4 стадии проходят в водном растворе при 15-45°C с катализатором известью. На последней стадии 1 моль воды вступает в реакцию. Других реагентов и продуктов кроме указанных на схеме нет.



Вещество	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж
Плотность паров веществ по газообразному Б	1.467	1.000	2.467	3.467	4.467	1.533	4.533
Выход Ag в реакции серебряного зеркала (моль на 1 моль вещества)	2	<i>x</i>	2	2	2	2	0

Составьте 7 структурных формул органических соединений **А-Ж**.

Напишите 4 уравнения реакций по схеме и 1 уравнение реакции серебряного зеркала для **В**.

Определите значение *x*.

Задача 11-4

Безопасный и быстрый метод разложения натрия водой в лаборатории заключается в том, что в воду наливают инертный углеводородный растворитель, например гептан. При погружении кусочка натрия он тонет в гептане (плотность натрия 0.98, а у гептана 0.68), касается поверхности воды, бурно реагирует с ней, расплавляется в шарик, поднимается пузырьками выделяющегося водорода в слой гептана, там реакция затухает, выделение водорода прекращается, шарик вновь опускается вниз на поверхность воды, и это много раз повторяется вплоть до полного растворения натрия. Выделяющаяся теплота реакции расходуется на нагревание воды и гептана. Предположим, что для такого опыта в стакан налили 14.88 мл воды и 14.38 мл пентана (плотность 0.626 г/мл) при 20°C и бросили кусочек 0.23 г натрия. Если теплоты выделится слишком много, то вода сможет нагреться до 36°C, при этом пентан тоже нагреется, закипит и будет испаряться. В случае, если весь пентан улетит, натрий начнет бурно реагировать с водой и воздухом, загорятся водород и натрий, возможен взрыв. Если же не весь пентан испарится, опыт пройдет спокойно.

Запишите термохимическое уравнение реакции натрия с водой с тепловым эффектом, сопоставьте количество теплоты, выделяющейся в реакции и расходуемой на нагревание воды, пентана, на испарение пентана, и сделайте вывод о безопасности опыта.

Теплоемкость нагреваемой воды $C(\text{H}_2\text{O}, \text{ж}) = 4.2$ Дж/г·град, $C(\text{пентан}, \text{ж}) = 1.666$ Дж/г·град, теплота испарения $Q_{\text{исп}}(\text{пентан}) = 26.43$ кДж/моль, стандартная мольная теплота образования воды $Q^{\circ}_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O}, \text{ж}) = 286$ кДж/моль, $Q^{\circ}_{\text{обр}}(\text{NaOH}, \text{р-р}) = 779$ кДж/моль.