

## ОДИННАДЦАТЫЙ КЛАСС

### Задача 11-1

Белое порошкообразное вещество X было добавлено к растворам кислот. Результаты экспериментов приведены в таблице.

кислота	<i>m</i> р-ра к-ты, г	доля к-ты, %	<i>m</i> доб. в-ва, г	<i>m</i> получ. р-ра, г
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	40,0	5,00	5,00	43,2
HCl	40,0	5,00	5,00	42,8

Вопросы:

1. Определите состав добавляемого вещества (формула). Напишите его название.
2. Напишите уравнения реакций, происходящих при растворении.
3. Какие вещества могут содержаться в конечном растворе?
4. Для добавляемого вещества X напишите реакции, протекающие при нагревании и добавлении хлорида бария.

### Задача 11-2

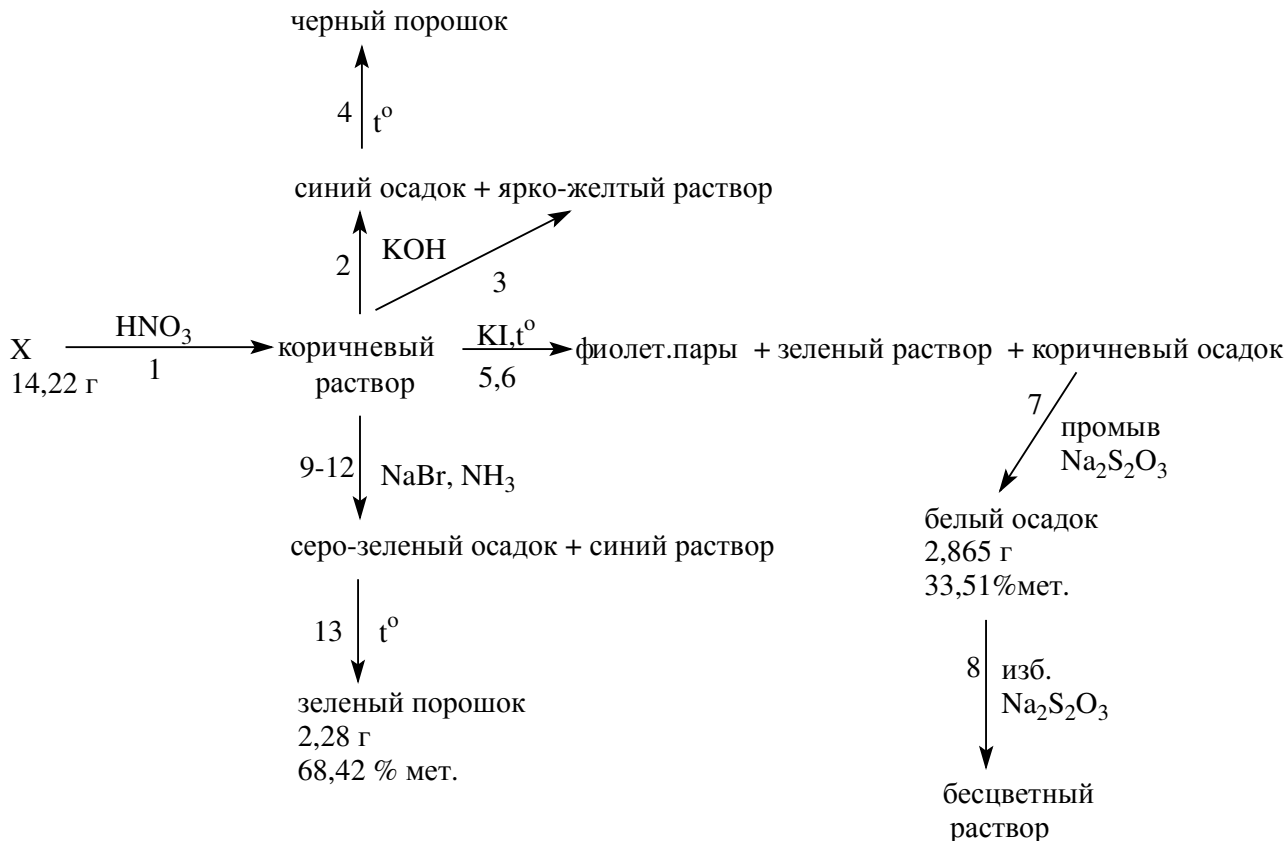
В химической лаборатории была обнаружена склянка с серо-черными кристаллами неизвестного вещества X, нерастворимыми в воде. Желая установить их состав, лаборант отвесил 14,22 г кристаллов и подействовал на них большим избытком разбавленного раствора азотной кислоты. Кристаллы полностью растворились, а раствор приобрел коричневый цвет (реакция 1). Полученный раствор разделили на **три равные порции**.

К первой из них добавили раствор гидроксида калия. При этом раствор приобрел ярко-желтый цвет (реакция 3) и выпал синий осадок (реакция 2), который при кипячении стал черным (реакция 4).

Вторую порцию раствора обработали раствором иодида калия и нагрели до кипения. При этом выделялись фиолетовые пары, образовался зеленый раствор и коричневый осадок (реакции 5–6). Осадок отделили, промыли раствором тиосульфата натрия, в результате чего он стал белым (реакция 7), потом его высушили и взвесили. Масса осадка 2,865 г, он содержит 33,51 % (масс.) металла. Белый осадок полностью растворился в избытке раствора тиосульфата натрия (реакция 8)

К третьей порции коричневого раствора прилили бромид натрия, раствор

прокипятили (реакция 9). Когда раствор остыл, добавили к нему концентрированный раствор аммиака (реакции 10–12). Раствор стал синим, из него выпал серо-зеленый осадок, который при прокаливании (реакция 13) дал 2,28 г зеленого порошка, содержащего 68,42 % (масс.) другого металла. Описанные превращения можно представить в виде схемы:



Определите формулу неизвестного вещества X, запишите уравнения всех упомянутых реакций (1–13).

### Задача 11-3

Ударо- и износостойкие пластики используются для изготовления деталей автомобилей и бытовой техники, пластиковых карт, медицинского оборудования, мебели. Широко распространенные АБС-пластики представляют собой сополимер акрилонитрила, бутадиена и стирола.

1. Изобразите структурные формулы перечисленных мономеров.

Образец АБС-пластика содержит (по массе) 87,67 % углерода, 7,99 % водорода и азот.

2. Рассчитайте мольную и весовую долю каждого из мономеров в полимере.

3. Запишите все возможные уравнения реакций роста полимерной цепи (радикальная полимеризация), в результате которых в полимер включается звено бутадиена.

4. Сколько различных диад (пар последовательных звеньев) может существовать в описанном АБС-пластике: а) считая, что все реакции роста цепи протекают с полной регио- и стереоселективностью; б) считая, что реакции роста цепи при включении звена бутадиена не являются селективными?

Известно, что полистирол и сополимеры стирола с акрилонитрилом – прочный, но довольно хрупкий материал (разрушается при небольших деформациях), а полибутадиен – каучук, способный к высоким обратимым деформациям без разрушения. АБС-пластик сочетает высокую прочность со стойкостью к деформациям.

5. Как распределены звенья сомономеров в полимерной цепи АБС-пластиков (беспорядочно, строго чередуясь, группами из одинаковых звеньев)? Аргументируйте свой ответ.

Молярные массы используйте с точностью до целых единиц атомной массы.

#### Задача 11-4

Установлено, что для органических молекул и интермедиатов существует приблизительно экспоненциальная зависимость длины С–С связи ( $L$ , Å) от ее порядка ( $K$ ):

$$L = a \cdot e^{-bK}$$

В углеводороде **I** ( $\omega_C : \omega_H = 4$ )  $L_I = 0.154$  нм, а в углеводороде **II**  $L_{II} = 0.120$  нм.

1. Расшифруйте формулы **I** и **II**, если  $M_I/M_{II} = 1.154$ . Укажите тип гибридизации атомов С в молекулах **I** и **II**.

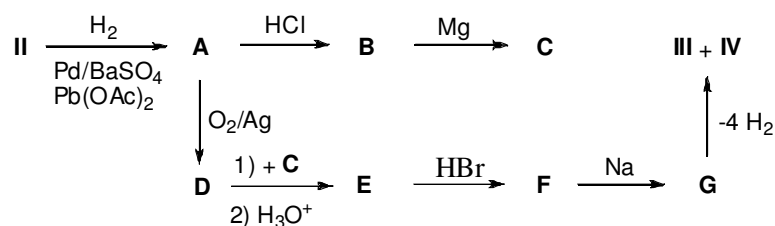
2. Рассчитайте значения коэффициентов  $a$  и  $b$ . Оцените  $K$  для молекулы бензола ( $L = 0.140$  нм). Примечание: в ответах приводите три значащие цифры.

Полученное значение  $K$  можно объяснить, используя терминологию Кекуле, наличием «осцилляции связей в бензольном кольце» (хотя правильнее говорить, что молекула бензола существует в двух мезомерных формах):



На возможность такой «осцилляции» (на существование в виде двух мезомерных форм) указывали, например, данные по восстановительному озонированию углеводорода **III**, в результате которого образуется смесь соединений **X**, **Y** и **Z** в мольном соотношении 1:2:3.

**III** можно получить из **II** согласно схеме:

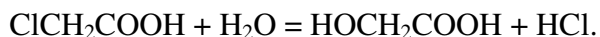


3. Напишите структурные формулы соединений А–G, X–Z, III и IV.

4. Установите формулу катализатора, который используется для дегидрирования G, если он содержит Al (29.51 %), O (34.97 %) и элемент X.

### Задача 11-5

Хлоруксусная кислота под действием воды превращается в гликолевую. Реакция протекает по уравнению



При большом избытке воды реакция имеет первый порядок по хлоруксусной кислоте и нулевой по воде.

Кинетику реакции изучали с помощью титрования. Для этого из реакционной смеси отбирали пробы и оттитровывали раствором NaOH. Ниже приведены объёмы щелочи, пошедшие на титрование при разных временах реакции.

Время, мин	0	600	900	1800	2100
Объём NaOH, мл	12.9	15.8	17.0	19.8	20.5

Вопросы:

1. Чему равна константа скорости реакции?
2. Через какое время после начала реакции все три кислоты будут находиться в смеси в равных количествах?
3. Чему равен период полураспада хлоруксусной кислоты при данных условиях?
4. Через какое время в смеси останется 25% начального количества хлоруксусной кислоты?

Справочная информация:

Для реакций первого порядка  $k \cdot t = \ln \frac{C_0}{C}$ , где  $k$  – константа скорости реакции,  $C_0$  – начальная концентрация вещества,  $C$  – концентрация вещества в момент времени  $t$ .