

## ОДИННАДЦАТЫЙ КЛАСС

### Задача 11-1. «Монооксид дигидрогена».

Кристаллогидраты – кристаллические вещества, содержащие химически связанные молекулы воды в структуре кристалла. Известно довольно много кристаллогидратов самого разного состава. Установление содержания кристаллизационной воды в составе вещества – важная задача, поскольку для получения веществ необходимо однозначно понимать весовую форму вещества. Для некоторых веществ это довольно просто сделать – при нагревании кристаллизационная вода улетучивается, вещество теряет массу.

Однако существует достаточно много кристаллогидратов, неустойчивых при нагревании. Примером такого кристаллогидрата является вещество **X**, которое разлагается уже при 66 °С. Для установления состава вещества **X** провели серию опытов (каждый опыт с новой пробой):

- 1) добавили раствор NaOH – выпал белый осадок (*реакция 1*), растворимый в избытке щелочи (*реакция 2*);
- 2) добавили NH<sub>3</sub> – выпал белый осадок (*реакция 3*), нерастворимый в избытке аммиака;
- 3) добавили раствор Na<sub>2</sub>S – выпал белый осадок и выделился газ с запахом тухлых яиц (*реакция 4*);
- 4) добавили несколько капель концентрированной серной кислоты и кусочек меди – выделился бурый газ (*реакция 5*);
- 5) к навеске вещества массой 0,1319 г добавили ацетиленид кальция (*реакция 6*). Выделившийся газ **Y** поглотили водой в присутствии HgSO<sub>4</sub> (*реакция 7*). В результате образовалось вещество **Z**, способное взаимодействовать с 5,85 мл подкисленного раствора KMnO<sub>4</sub> с концентрацией 0,1082 М (*реакция 8*).

### Задания:

1. Установите формулу вещества **X**. Ответ подтвердите расчетом.
2. Напишите уравнения реакций.
3. Что такое «монооксид дигидрогена»? Приведите формулу вещества.

### Задача 11-2. «Белые кристаллы».

Белые игольчатые кристаллы розового оттенка с температурой плавления чуть выше 40° С, обладающие весьма специфическим запахом, при контакте с кожей человека вызывают ожоги, а вдыхание паров этого вещества приводит к расстройству нервной системы, нарушению работы органов дыхания и сердца. Между тем, в середине XIX века английский хирург первым использовал это вещество (**A**) в медицинских целях.

94 г вещества (**A**) растворили в 1 л одномолярного раствора щёлочи натрия, полученный раствор упарили досуха и высушенный остаток, представляющий собой вещество (**B**) со 100 % выходом, перенесли в лабораторный реактор, в который при 180° С и при повышенном давлении пропускали углекислый газ до прекращения его поглощения. Полученный таким образом со 100 % выходом

продукт (В) извлекли из реактора и растворили в воде. К полученному раствору прилили 1000 мл 1 М раствора хлороводорода, после чего выпал осадок вещества (Г), который отфильтровали и высушили. Масса продукта (Г) составила 90 % от теоретически возможной. Смесь, состоящую из 102 г уксусного ангидрида, 5 мл концентрированной серной кислоты и всего количества полученного вещества (Г), поместили в лабораторный реактор и грели в течение нескольких часов. После чего смесь из реактора охладили до комнатной температуры и растворили в воде. Выпавшие белые игольчатые кристаллы вещества (Д) отфильтровали и высушили. Масса продукта (Д) составила 90 % от теоретически возможной.

Именно так могла начаться эра самого популярного лекарственного средства, открытого в конце XIX века. В настоящее время употребление этого средства населением нашей планеты превышает 17 миллиардов таблеток в год, не считая других лекарственных форм (порошки, суспензии, растворы и др.).

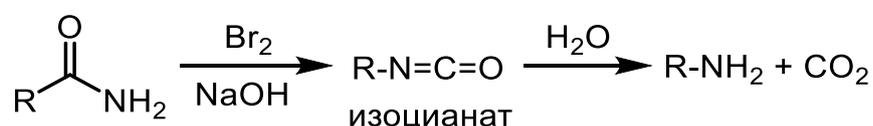
### Задания:

1. Приведите структурные формулы веществ (А), (Б), (В), (Г), (Д) с указанием их систематических названий.
2. Приведите уравнения четырёх описанных химических реакций синтеза вещества (Д).
3. Каково фармакологическое действие вещества (Д) и на чём основано столь широкое его употребление населением?
4. Обоснуйте малую растворимость вещества (Г) в образующемся растворе.
6. Какова роль серной кислоты на последней стадии синтеза вещества (Д)?
7. Определите полученную массу вещества (Д).

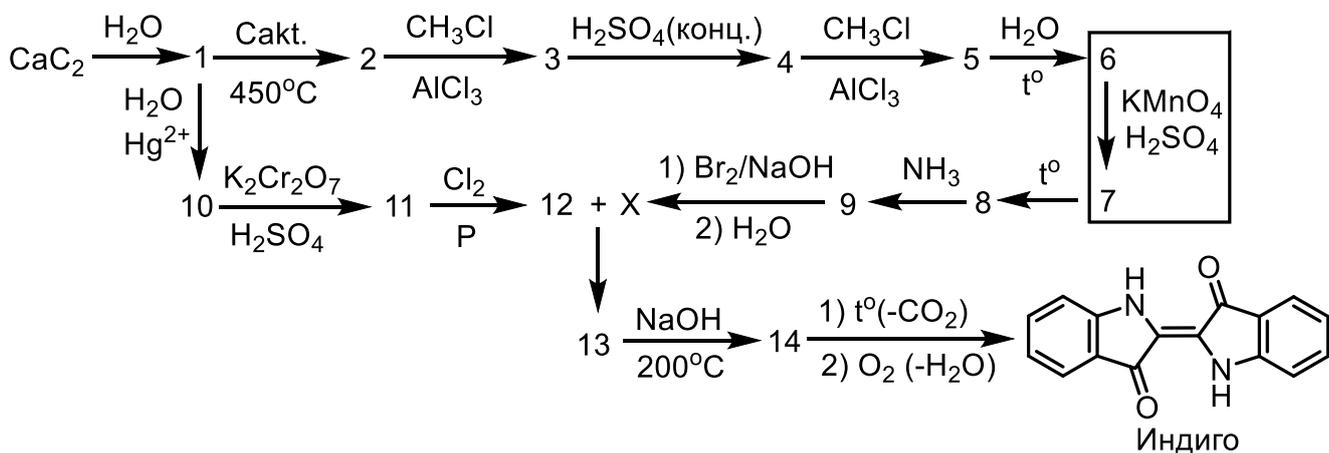
Логически обоснуйте Ваше решение (*обосновать утверждение, – это значит привести те убедительные или достаточные основания, или аргументы, в силу которых оно должно быть принято*).

### **Задача 11-3. «Blue jeans».**

Перегруппировка Гофмана – один из способов получения первичных аминов. Перегруппировка представляет собой превращение амидов в первичные амины, содержащие на один атом углерода меньше, через стадию образования промежуточного изоцианата:



Эта реакция используется для промышленного получения вещества X – исходного вещества для синтеза красителя индиго, которым окрашивают джинсовые изделия. Ниже представлена схема получения индиго.

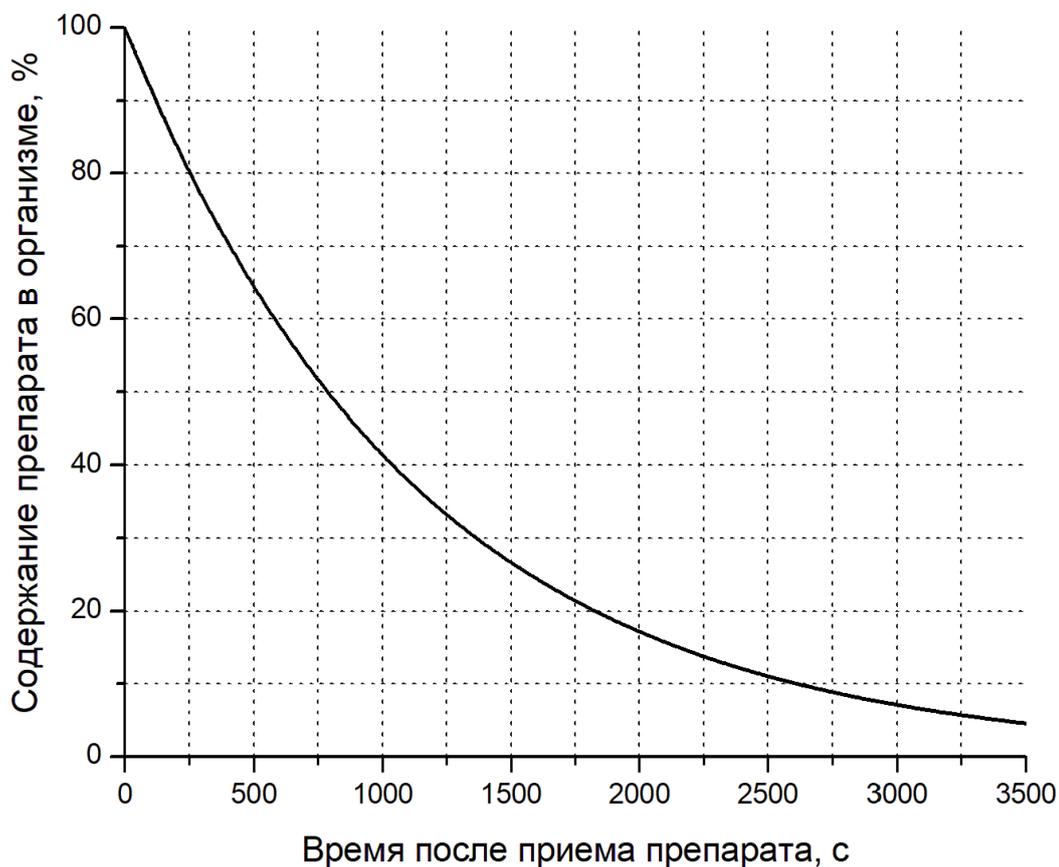


### Задания:

1. Осуществите цепочку превращений. Приведите структурные формулы соединений 1-14, X. Ответ представьте в формате «цифра – структура».
2. Напишите уравнение реакции, выделенной рамкой (превращение «6→7»).

### Задача 11-4. «Кхе-кхе».

Изучение фармакокинетических свойств препарата представляет собой исследование зависимости содержания препарата от времени, скорости его накопления и превращения в отдельных органах. Часто действие препаратов довольно точно описывается стандартными кинетическими моделями. На рисунке представлена зависимость содержания препарата в организме от времени. Внимательно изучите зависимость и ответьте на следующие вопросы с использованием справочных данных:



### Задания:

1. Через сколько времени половина препарата выведется из организма?

2. Известно, что при оценке безопасности препарата измеряют величину «нейтральной активности». Нейтральная активность – это количество препарата, в 10 раз меньшее начального, которое не оказывает никакого воздействия на организм, но способно сохраняться длительное время. Определите, через какое время препарат окажется «нейтрально активным».

3. При изготовлении некоторых препаратов действующее вещество образуется непосредственно в момент создания лекарственной формы. Так, например, при изготовлении производных камфоры при 20°C удается завершить реакцию за 27 мин, а при 40 °C – за 3 мин. За какое время удастся осуществить реакцию при 55 °C?

4. Качественно (да-нет) ответьте на вопрос, возможно ли полное выведение препарата из организма? Поясните ваш ответ.

*P.S. Справочные материалы:*

*Для реакций любого порядка константа скорости обратно пропорциональна времени  $k = 1/t$*

*Зависимость константы скорости реакции от температуры описывается уравнением Аррениуса:*

$$k = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

*$k$  – константа скорости реакции,  $E_a$  – энергия активации реакции (Дж/моль),  $R$  – универсальная газовая постоянная (8,31 Дж/(моль·К)),  $T$  – абсолютная температура ( $T = 273,15 + t$  °C)*