

## 10 КЛАСС

### Задание 1. «Химик-синтетик»

В распоряжении Юного химика имеется следующий набор веществ: карбид *сладкого элемента* (низкотемпературная модификация), *купоросное масло*, *универсальный растворитель*, *селитряная водка*, *азурит*, *морская кислота*, *сулема*, *каустический поташ*, хлорид *кипрского элемента*. Покажите, как, используя только эти вещества и продукты их взаимодействия между собой, получить не менее 15 неорганических и 15 органических соединений. Все соединения должны быть выделены в виде индивидуальных веществ. Приведите уравнения соответствующих реакций и условия их протекания.

#### Система оценивания:

За первые 10 неорганических и 10 органических веществ – по 0,5 балла

За последние 5 неорганических и 5 органических веществ – по 1,5 балла

При отсутствии уравнения реакции (или неправильном уравнении) вещества не засчитываются.

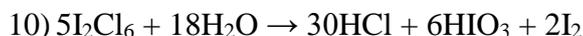
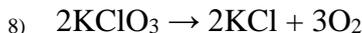
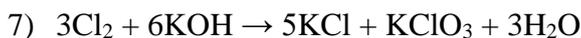
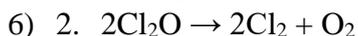
Неправильные коэффициенты в уравнениях реакций или отсутствие указаний на условия протекания – баллы за соответствующий этап уменьшаются в 2 раза

### Задание 2. «Подобное с подобным»

Желто-бурый газ А при нагревании со взрывом разлагается на газообразные простые вещества Б и В, при этом плотность газа Б при н.у. составляет 3,17 г/л. Вещество Б полностью поглощается при пропускании через горячий раствор щелочи, при этом объем газовой смеси увеличивается в полтора раза (объем приведен к одним и тем же условиям). Образующийся продукт Г в присутствии катализатора – диоксида марганца экзотермически разлагается на вещества В и Д. При взаимодействии холодного раствора вещества Г в соляной кислоте с иодидом калия образуется желтый осадок Е легко гидролизующийся до с образованием темно-коричневого раствора. Известно, что Е представляет собой интергаллоген в виде димера, в котором массовая доля элемента образующего газ Б составляет 45.596%.

- 1) Определите вещества А – Е;
- 2) Напишите уравнения упомянутых в задаче реакций;
- 3) Назовите вещество Е по номенклатуре. Что Вы можете сказать о кислотно-основных свойствах по Льюису вещества Е? Ответ поясните и проиллюстрируйте соответствующими уравнениями реакций.
- 4) *Решение:*
- 5) 1. Взаимодействие с раствором щелочи, образование экзотермически разлагающейся соли позволяют прийти к заключению, что вещество Б – хлор. Также вещество Б подтверждается расчетом молярной массы:  $M = \rho \cdot V_m$  (при н.у.),  $M = 71$ , что соответствует молекулярному хлору. Исходя из объемного соотношения веществ Б и В легко увидеть, что А –  $Cl_2O$ , тогда В – кислород. Тогда Г – хлорат щелочного металла, а Д – его хлорид. Рассчитаем формулу интергаллогена, в реакции имеются только 2 галогена Cl и I, значит формула  $I_xCl_y$ , согласно массовым долям найдем простейшую формулу:  $\omega(I)/Ar(I) :$

$\omega(\text{Cl})/\text{Ar}(\text{Cl})$ , получается 1:3, тогда формула  $\text{ICl}_3$ , однако в условии сказано, что E – димер, значит E –  $\text{I}_2\text{Cl}_6$ .



11) 3. Гексахлорид диioda обладает окислительно-восстановительной двойственностью, т.к. может выступать и в качестве донора хлорид-иона, и в качестве акцептора такового:



Критерии оценивания:

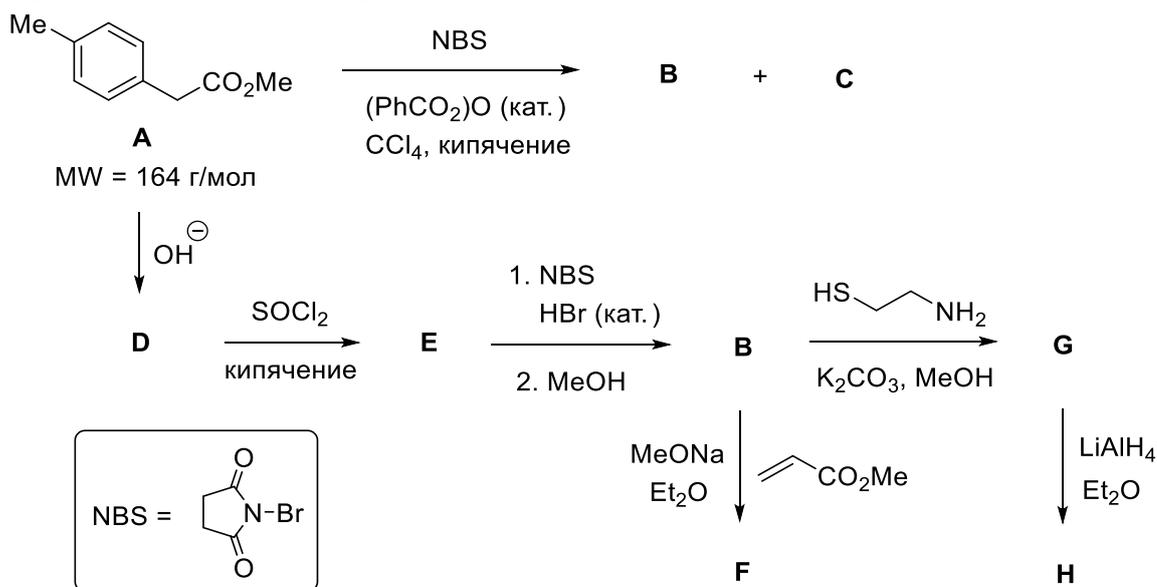
Определение веществ А-Е – 1 балл за каждое (6 баллов)

За правильно написанные уравнения реакций (1-7) – 2 балла за каждую ( $7 \cdot 2 = 14$  баллов).

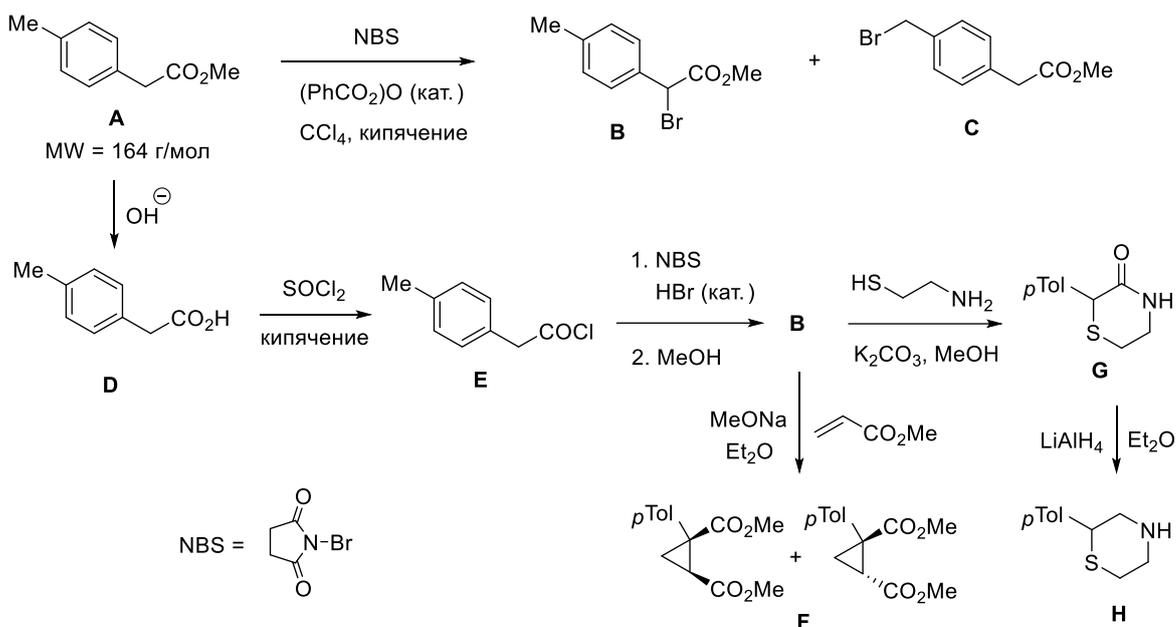
### Задание 3

При бромировании соединения **A** *N*-бромсукцинимидом в присутствии перекиси была получена смесь целевого вещества **B** и изомера **C**. Для получения **B** воспользовались альтернативным методом (через промежуточные соединения **D** и **E**). Вещество **B** использовали в синтезе соединения **F** (в виде смеси двух диастереомеров; мол. вес на 5 ед. больше, чем у **B**) и соединения **H** (мол. вес на 50 ед. меньше, чем у **B**).

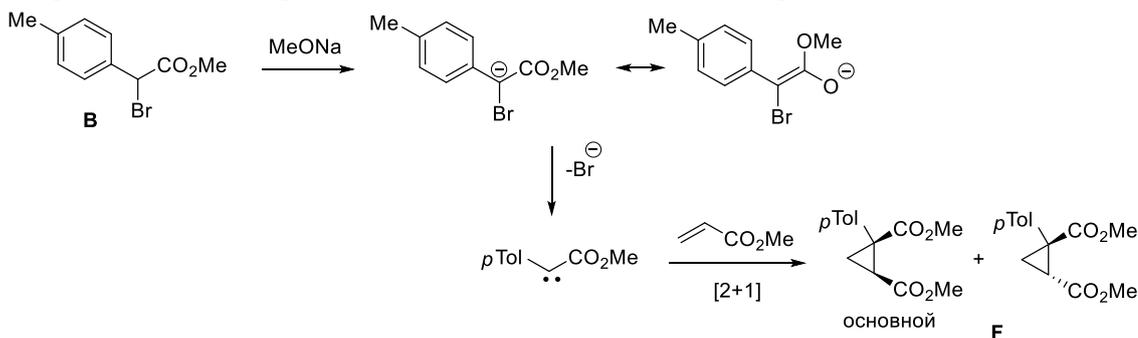
1. Расшифруйте структуры, обозначенные на схеме буквами **B-H**.
2. Изобразите диастереомеры для структуры **F**.
3. Предложите механизм образования **F**.



Решение:



Механизм образования соединения **F**: генерация карбена из бромида **B** под действием основания в результате последовательного отщепления протона и бромид-аниона; [2+1]-циклоприсоединение карбена к двойной связи C=C метилакрилата.



#### Задание 4. «Универсальный антидот»

В медицине антидотами называют вещества, которые способны нейтрализовать или приостановить действие яда в организме человека. Известно, что вещество X проявляет себя как триденатный лиганд, содержит серу, углерод (19,14 %), водород (4,28 %), кислород (25,49 %), относится к универсальному типу антидотов (противоядий) и не обладает высокой токсичностью. Это соединение часто используется при отравлениях солями тяжелых металлов, и хлорированными углеводородами, а также при лечении болезни Вильсона-Коновалова, которая заключается нарушении обмена ионов меди за счет их накопления в подкорковых ядрах головного мозга.

Задания:

1. О каком веществе идет речь? Напишите структурную формулу соединения и назовите его.
2. Предложите метод синтеза вышеуказанного вещества из глицерина и других неорганических реагентов.
3. Напишите примеры уравнений реакций (не менее двух), определяющих возможность использовать данное вещество в качестве антидота (если в результате реакции может образоваться несколько изомерных продуктов, приведите их все).

4. Какие antidоты, нейтрализующие действие цианид-ионов Вам известны? Какие из них будут нетоксичны для организма человека? Приведите реакции, позволяющие нейтрализовать токсическое действие цианида при попадании его в организм (укажите как минимум два примера с разными antidотами).

5. Какие еще вещества, применяемые в качестве antidотов при отравлении тяжелыми металлами, Вам известны? Приведите уравнения соответствующих реакций (не менее двух).

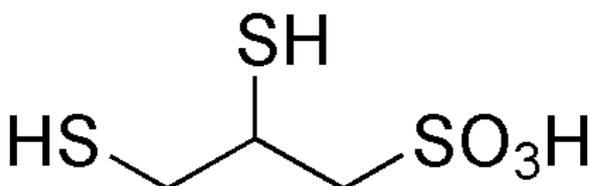
**Решение:**

1. Найдем соотношение индексов из формулы:  $\omega = A \cdot n / M$ .

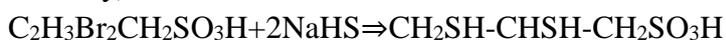
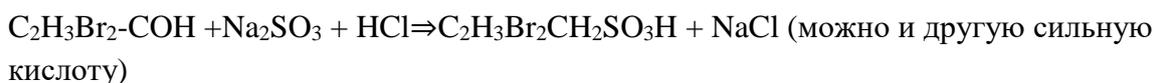
$$n(C):n(H):n(O):n(S) = \omega(C)/A(C) : \omega(H)/w(H) : \omega(O)/A(O) : \omega(S)/A(S)$$

$$0,1914/12,01 : 0,0428/1,01 : 0,2549/15,99 : 0,5109/32,06$$

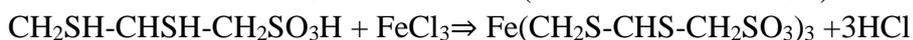
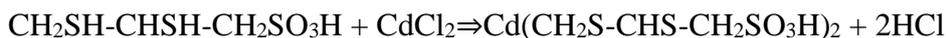
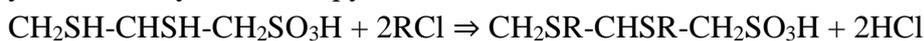
0,0159 : 0,0428 : 0,0159 : 0,0159, разделим все на 0,0159, получаем 1 : 2,7 : 1 : 1, домножим на 3, в итоге будет 3:8:3:3, запишем  $C_3H_8O_3S_3$  и составим для структурную формулу. Возможно 2 изомера, однако окончательный выбор можно сделать после исходя из подсказки, что синтез проводится из глицерина.



Унитиол. 2,3-меркапто-1-пропансульфоновая кислота.



3. В случае взаимодействия с металлами образуются хелатные комплексы, в случае взаимодействия с хлорорганикой происходит алкилирование серы за счет образования устойчивой уходящей группы.





этом образовался розовый раствор соли **В**, приобретающий синюю окраску при добавлении ацетона, и выделился газ с плотностью по воздуху 2.45. При пропускании этого газа через раствор иодида калия раствор сначала становится желто-коричневым, а затем – бесцветным. Обработкой раствора **В** нитритом натрия и уксусной кислотой получают вещество **Г**, которое используется как реагент для качественного обнаружения ионов калия. При действии на раствор соли **В** раствором щелочи образуется темно-синий осадок, розовеющий со временем, который при растворении в водном аммиаке окисляется на воздухе до вещества **Д**. Если на этот продукт подействовать небольшим количеством разбавленной соляной кислоты, а затем избытком щелочи, то образуется темно-коричневое нерастворимое в воде вещество **Е**, разлагающееся на свету.

**Задания:**

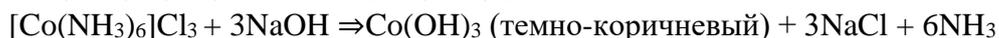
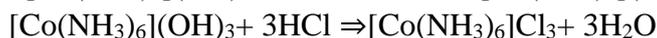
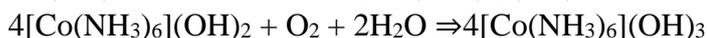
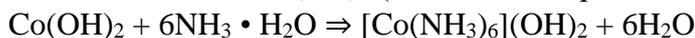
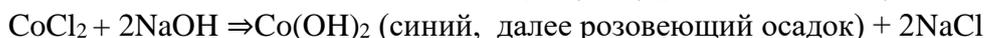
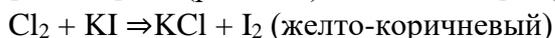
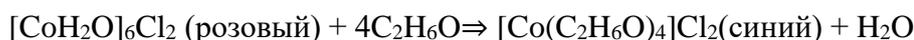
- 1) Определите вещества А-Е. Напишите уравнения всех упомянутых в задаче реакций.
- 2) Почему при добавлении ацетона окраска раствора соли **В** меняется именно с розовой на синюю, а не наоборот? Как это связано с пространственным строением соответствующих частиц?
- 3) Каково пространственное строение вещества **Г** (если есть изомеры, укажите их все)?

**Решение:**

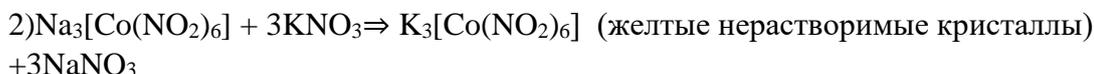
Исходя из данных можно посчитать предположительную молярную массу перебирая разные  $n$  из формулы  $\omega = n \cdot Ar / M$ ,  $M = Ar \cdot n / \omega$ . Черные оксиды нерастворимые в воде это некоторые оксиды переходных металлов. Это могут быть оксиды железа, кобальта никеля или меди. Розовый окраску раствора может иметь только ион кобальта, поэтому А - оксид кобальта. При подборе  $n$  получаем массу 241, значит формула оксида -  $Co_3O_4$ .



Кислота, в которой растворили продукт Б - соляная, так как выделившийся газ - хлор, так как можно посчитать его молярную массу  $M = 29 \cdot 2.228 = 71$ .



А –  $Co_3O_4$ ; Б –  $NaCoO_2$ ; В –  $CoCl_2$ ; Г –  $Na_3[Co(NO_2)_6]$ ; Д –  $[Co(NH_3)_6](OH)_3$ ; Е –  $Co(OH)_3$



3)  $Na_3[Co(NO_2)_6]$  - октаэдрическая структура, координация лиганда происходит через атом азота. Изомеров нет.

*Критерии оценивания:*

Определение вещества А с подтвержденными расчетами – 2 балла

Вещества Б-Е по 1 баллу ( $1 \cdot 5 = 5$  баллов)

Правильное уравнение реакцию по 1 баллу ( $1 \cdot 11 = 11$  баллов).

Задание 2 и 3 по 1 баллу.

**Итого 20 баллов.**