

Время выполнения заданий – 180 минут

Максимальное количество баллов – 100

Задание 1 (16 баллов)

Справочные таблицы

Для скачивания документа нажмите на ссылку правой кнопкой мыши и выберите «Открыть в новой вкладке».

Вещество X массой 1,2 г прокалили в токе кислорода в печи обжига. Твердый остаток массой 0,84 г растворили в воде. Полученный раствор имел щелочную реакцию, и для его нейтрализации потребовалось 29,4 г раствора серной кислоты с массовой долей 5%. Отходящие газы из печи обжига пропустили над нагретой медью, после этого было получено 672 мл (н.у.) газа с плотностью по водороду 18. После пропускания этого газа в избыток раствора гидроксида натрия осталось 336 мл газа с плотностью по водороду 14.

1. Определите вещество X. Приведите все необходимые расчеты.
2. Напишите уравнения упомянутых реакций.

Задание 2 (22 баллов)

Студенту выдали для исследования смесь двух твердых солей А и Б массой 15,265 г. Предварительно было известно, что обе соли представляют собой кристаллогидраты, одна из них содержит 36,18% кристаллизационной воды (четыре молекулы H_2O), а другая — 15,95% воды (две молекулы H_2O) и 52,59% металла.

Студент растворил смесь солей в воде, и разделил полученный прозрачный раствор на 4 равные порции (3 для проведения опытов и 1 запасная). При добавлении к одной из порций избытка раствора нитрата серебра выпало 5,02 г белого творожистого осадка, не растворимого в кислотах, но растворимого в водном растворе аммиака, при этом в полученном растворе обнаружился только один вид анионов.

Во вторую порцию раствора он пропускал газообразный сероводород, при этом был получен темный осадок массой 1,88 г.

К третьей порции раствора был добавлен избыток раствора сульфида аммония, при этом выпал черный осадок.

1. Определите соли А и Б и массу каждой соли в смеси.
2. Определите массу осадка, полученного при добавлении сульфида аммония к порции раствора. Почему массы осадков, полученных при добавлении сульфида аммония и при пропускании сероводорода, различаются?
Приведите необходимые расчеты и рассуждения.

Задание 3 (20 баллов)

Вещество X, широко известный медицинский препарат, имеет следующий элементный состав: 60% С, 4,44% Н и 35,56% О и молекулярную массу менее 200. Синтез X можно осуществить из бензола в несколько стадий. Ниже приведены реагенты и условия, которые требуются на каждой стадии, но в произвольном порядке, не соответствующем реальной последовательности реакций.

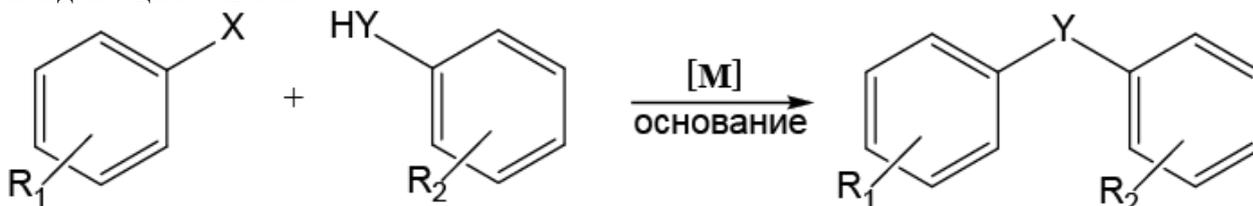
1. а) NaOH, CO₂, 180°C, б) HCl. 2. (CH₃)₂CHBr, AlBr₃. 3. (CH₃COO)₂, H₂SO₄. 4. а) O₂, 100°C; б) 60°C, разб. H₂SO₄.

В реакции, приведенной под номером 4, помимо основного продукта, образуется вещество с брутто-формулой C₃H₆O.

1. Определите вещество X
2. Расставьте стадии его получения в правильном порядке
3. Укажите продукты, которые получаются на каждой стадии (в виде структурных формул или названий).

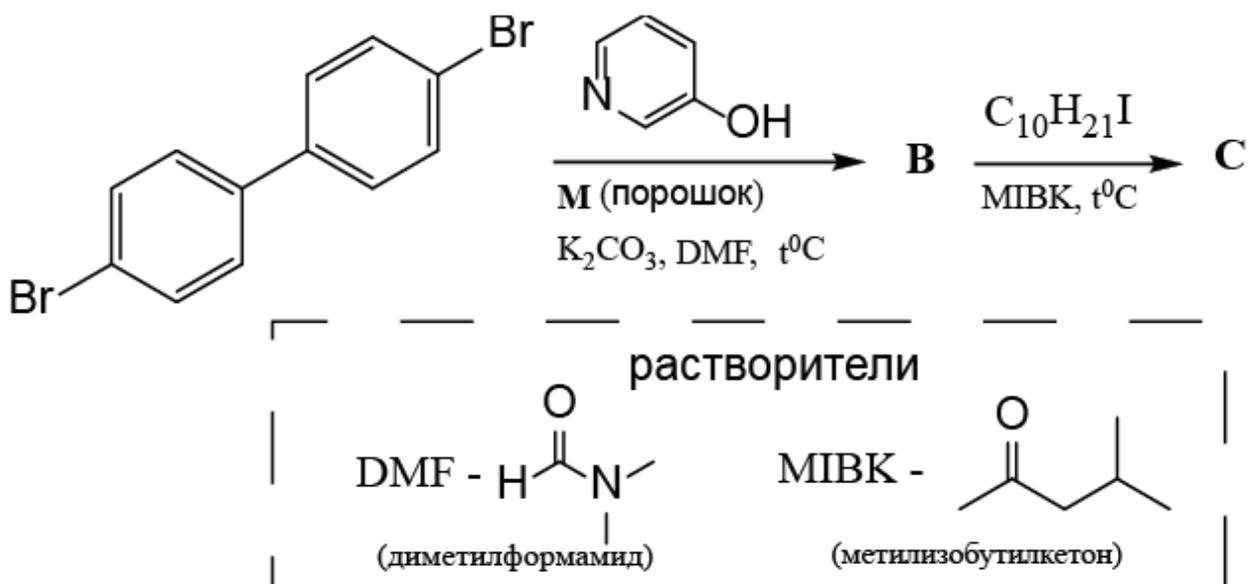
Задание 4 (22 баллов)

Реакции ароматического нуклеофильного замещения, разработанные Фрицем Ульманом и Ирмой Голдберг на основе металла M и его соединений, широко используются в тонком органическом синтезе. Ниже представлена схема одной из таких реакций, так называемая конденсация Ульмана.

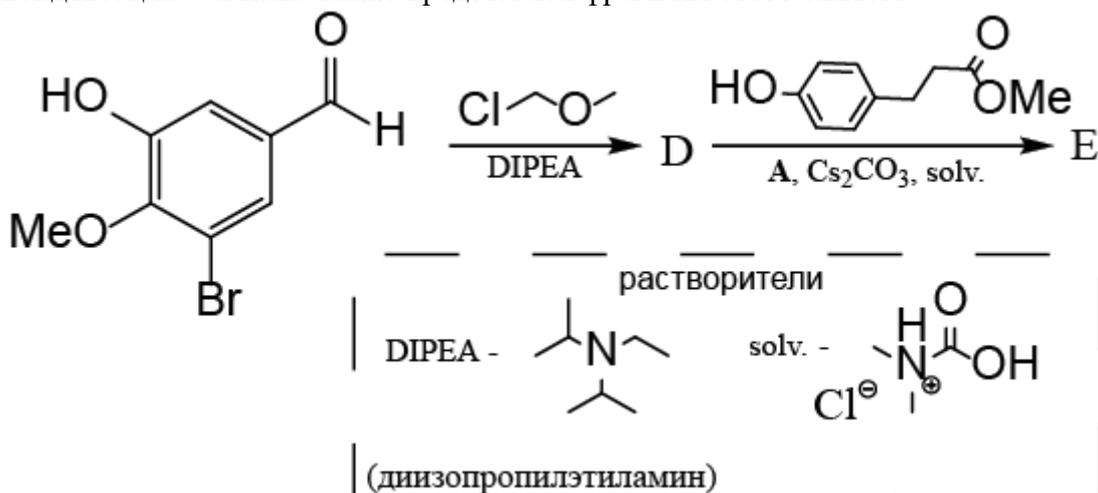


X - галоген	_____	_____
Y - NH, O, S	_____	_____
R ₁ , R ₂ - некоторые заместители	_____	_____

[M] чаще всего либо непосредственно красный порошок металла M, либо какое-то легкодоступное его соединение, например белый йодид А (с массовой долей иода 66.63%). В 2019 году группой учёных из Института органической химии имени Н. Д. Зелинского РАН была синтезирована группа веществ, проявляющих хорошую антисептическую и антибактериальную активность. Продукты были получены всего в две стадии, одной из которых и была конденсация Ульмана. Ниже приведена схема синтеза одного из продуктов.



Тогда же группой учёных из Северной Кореи был опубликован полный синтез сильного природного антиоксиданта – Giffonin H, ключевой стадией которого опять же стала конденсация Ульмана. Ниже представлен фрагмент этого синтеза.



1. Определите металл **М** (подтвердите расчётом), а также соединения **А** – **Е**. Изобразите их структурные формулы.
2. Напишите уравнение реакции получения **А**.
3. Как называется реакция получения соединения **С** из **В**?
4. Какую роль играют карбонаты калия и цезия в реакциях получения **В** и **Е** соответственно? Какое из этих соединений предпочтительнее использовать для этой роли?

Задание 5 (20 баллов)

Определение содержания олова в некоторых сплавах проводят по следующей методике. Навеску сплава помещают в колбу и растворяют в концентрированной серной кислоте. После полного растворения в колбу прибавляют воду и соляную кислоту, а затем вносят избыток металлического алюминия в виде стружки. По окончании реакции содержимое колбы кипятят до растворения всех твердых компонентов. Далее в раствор добавляют

несколько кусочков мрамора и раствор крахмала и проводят титрование раствором иода до появления слабого синего окрашивания.

1. Напишите уравнения упомянутых реакций.
2. Для чего служит алюминий? Что будет, если пропустить эту стадию, и проводить титрование сразу после растворения сплава?
3. Для чего нужны кусочки мрамора (и почему нельзя вместо них использовать мел)?
4. Навеску сплава массой 0,2 г титровали раствором, приготовленным растворением 6,35 г иода в 1000 мл воды, содержащей 40,0 г иодида калия. На титрование сплава затрачено 16,0 мл раствора иода. Определите массовую долю олова в исследуемом сплаве.
5. Для чего в растворе иода нужен иодид калия?