

УДК 372.854:547

DOI: 10.18384/2310-7219-2016-1-48-58

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕШЕНИЯ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Карташов С.Н., Климачев Д.А.

Московский государственный областной университет

105005, г. Москва, ул. Радио, д. 10А, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматриваются задания, которые предлагались школьникам Московской области на различных этапах теоретического тура химической олимпиады (муниципальный, областной). Представлены результаты проведенной систематизации большого количества задач, показаны их различные типы по органической химии, выявлены основные подходы, а также проиллюстрированы способы их решения. Отмечается необходимость расширения кругозора учащихся, в частности включение знаний по физике, биологии и математики в процесс подготовки к участию в олимпиадах.

Ключевые слова: органическая химия, химическая олимпиада, образование, химические задачи.

METHODOLOGICAL ASPECTS OF SOLVING OF OLYMPIAD TASKS IN ORGANIC CHEMISTRY

S. Kartashov, D. Klimachev

Moscow State Regional University

10 A, Radio Street, Moscow, 105005, the Russian Federation

Abstract. The article deals with the tasks given to the participants of the theoretical round of the Chemistry contest of school students of Moscow region. A large number of tasks were systematized and the results are described in the article. Besides, various types of problems on organic chemistry are given, as well as the main approaches to solving them. The need to widen the students' outlook is substantiated. In particular, it is necessary to include into the preparation for the contest the knowledge of physics, biology and mathematics.

Key words: organic chemistry, the Chemistry contest of school students, education, tasks on chemistry.

Школьные олимпиады по химии нацелены на выявление и развитие у обучающихся творческих способностей и интереса к научной деятельности, создание условий для поддержки одаренных детей, пропаганду научных знаний. Олимпиады по химии направлены на творческое общение, получение новых знаний, фундаментализацию знаний по химии.

Статья направлена на систематизацию большого количества разнообразных задач, предлагаемых школьникам на олимпиадах по химии и выявлению основных подходов к их подготовке.

Олимпиадные задачи теоретического тура обычно основаны на материале 4 разделов химии: неорганической, аналитической, органической и физической.

Из раздела органической химии требуется знание основных классов органических соединений: алканов, циклоалканов, алкенов, алкинов, аренов, галогенпроизводных, аминов, спиртов и фенолов, карбонильных соединений, карбоновых кислот, их производных (сложных эфиров, полимерных соединений); номенклатуры; изомерии; строения, свойств и синтеза органических соединений.

Условия олимпиадных задач могут быть сформулированы по-разному: условие с вопросом или заданием в конце (при этом вопросов может быть несколько); тест с выбором ответа; задача, в которой текст условия прерывается вопросами (так зачастую строятся задачи на высоких уровнях олимпиады).

При подготовке учащихся к решению олимпиадных задач важную роль играют *межпредметные связи*. Знания по физике, биологии, математике применяются в различных областях химии. Интеграция математической составляющей в задание по химии, например, ни в коем случае не умаляет «химичности» задачи, а, наоборот, способствует расширению кругозора участников олимпиады, творческому развитию знаний школьников. Такие межпредметные задачи усиливают химическую составляющую и показывают тесную взаимосвязь естественных наук.

Олимпиадные задачи по химии можно разделить на три основных группы: **расчетные (количественные), качественные и экспериментальные** (для решения задач экспериментального тура требуется знание качественных реакций в органической химии).

В статье анализируются задания, предлагаемые на теоретических турах, т.е. расчетных и качественных задачах.

В **количественных задачах** обычно необходимы расчеты состава смеси (массовый, объемный и мольный проценты); расчеты состава раствора (способы выражения концентрации, приготовление растворов заданной концентрации); расчеты с использованием газовых законов (закон Авогадро, уравнение Клапейрона-Менделеева); вывод химической формулы вещества; расчеты по химическим уравнениям (стехиометрические соотношения); расчеты с использованием законов химической термодинамики (закон сохранения энергии, закон Гесса); расчеты с использованием законов химической кинетики (закон действия масс, правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса) [1].

Пример 1. При нитровании бензола получен продукт, для полного восстановления 2,07 г. которого необходим раствор 14,4 г. наногидрата сульфида натрия (в ходе восстановления выпадает желтоватый осадок). Определите вероятный качественный и количественный (в моль) состав продукта нитрования.

Решение:

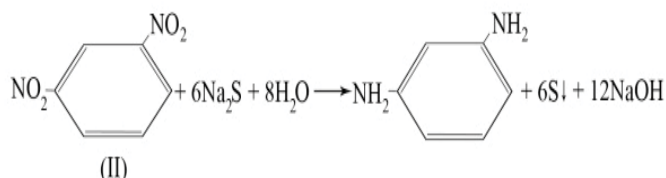
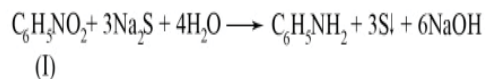
$$1) M_{Na_2S \cdot 9H_2O} = 240 \text{ г/моль}$$

$n_{Na_2S \cdot 9H_2O} = 14,4/240 = 0,06$ моль, столько же моль ионов серы в растворе восстановителя.

2) Возможно образование моно- и динитропроизводных, либо их смеси (об-

разование тринитробензола в этих условиях маловероятно).

Уравнения реакций восстановления:



3) Навеска состояла из смеси нитропроизводных, так как количество восстановителя не соответствует расчетам.

$$n(\text{I}) = 2,07/123 = 0,016 \text{ моль } (M_1 = 123 \text{ г/моль})$$

$$n(\text{II}) = 2,07/168 = 0,012 \text{ моль } (M_{\text{II}} = 168 \text{ г/моль})$$

4) Обозначим количество вещества нитробензола через x , а количество вещества динитробензола через y :

$$123x + 168y = 2,07.$$

5) Из уравнений реакций следует, что восстановление x моль нитробензола требует $3x$ моль восстановителя, а y моль динитробензола требует $6y$ моль восстановителя, следовательно: $3x + 6y = 0,06$.

6) Решая систему

$$\begin{cases} 123x + 168y = 2,07 \\ 3x + 6y = 0,06 \end{cases}$$

$$x = 0,01 \text{ моль}$$

$$y = 0,005 \text{ моль}$$

Ответ: 0,01 моль нитробензола и 0,005 моль динитробензола.

Очень часто в органической химии используются качественные задачи, которые имеют свою специфику. Остановимся более подробно на последних.

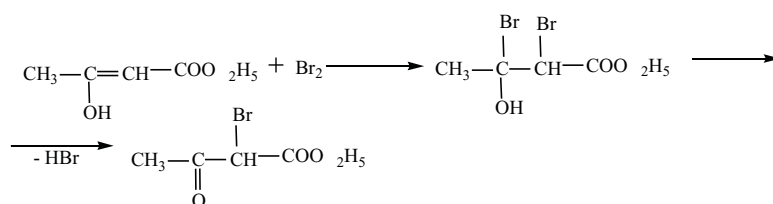
В **качественных задачах** может потребоваться:

а) объяснение экспериментальных фактов (например, изменение цвета в результате реакции):

Пример 2. Объясните следующий опыт. При добавлении капли раствора хлорида железа (III) к водно-спиртовому раствору ацетоуксусного эфира появляется красно-фиолетовая окраска. Если добавить бромную воду, то окраска исчезает, но через некоторое время снова появится. Напишите уравнения соответствующих реакций.

Решение:

Фиолетовую окраску с FeCl_3 дает енольная форма ацетоуксусного эфира. Добавляемый бром мгновенно реагирует с енольной формой:



В момент, когда енольная форма израсходована, исчезает ее окраска с FeCl_3 и появляется избыток брома, который обнаруживают по бурой окраске. Поскольку между кетонной и енольной формами существует равновесие, некоторое количество кетонной формы превращается в енольную, она и обесцвечивает избыток брома (так как вступает в реакцию), а затем снова дает окраску с присутствующим FeCl_3 . Так, добавляя бром небольшими порциями к равновесному ацетоуксусному эфиру, можно присоединить практически эквимольное его количество [2];

б) распознавание веществ; получение новых соединений; предсказание свойств веществ, возможности протекания химических реакций:

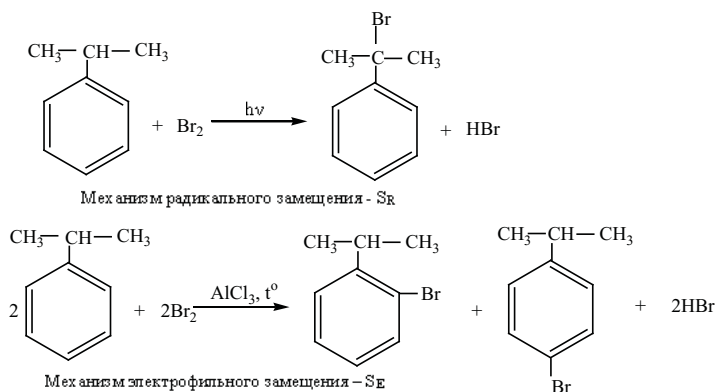
Пример 3. Напишите уравнения всех возможных реакций между следующими веществами:

- изопропилбензол и бром,
- 1-бутен и бромоводород,
- пропен и хлор.

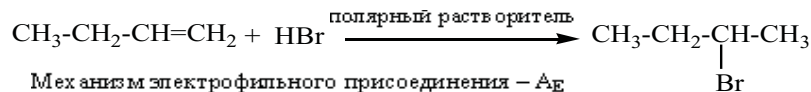
Укажите условия, в которых они протекают и их механизмы [3; 4].

Решение:

1. а)

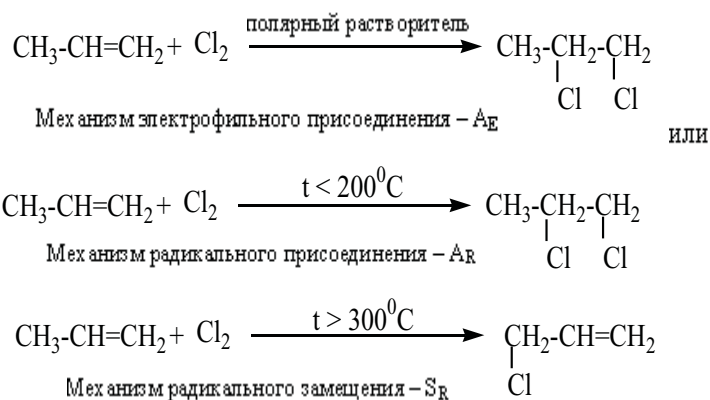


б)



Механизм радикального присоединения – A_R

в)



Классической формой качественной задачи является задание со схемами (цепочками) превращений. (В схемах стрелки могут быть направлены в любую сторону, иногда даже в обе стороны (в этом случае каждой стрелке соответствуют два различных уравнения реакций)). Схемы превращений веществ можно классифицировать следующим образом.

1. По форме «цепочки» (схемы могут быть линейными, разветвленными).

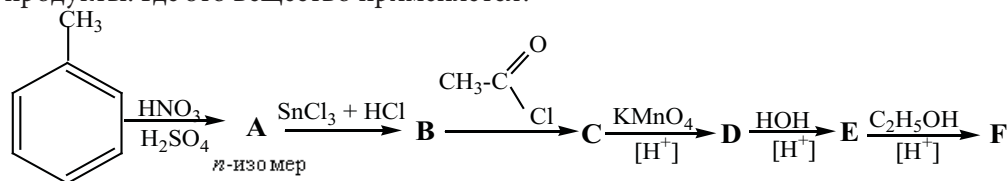
2. По объему и типу предоставленной информации:

А) Даны все вещества без указаний условий протекания реакций.

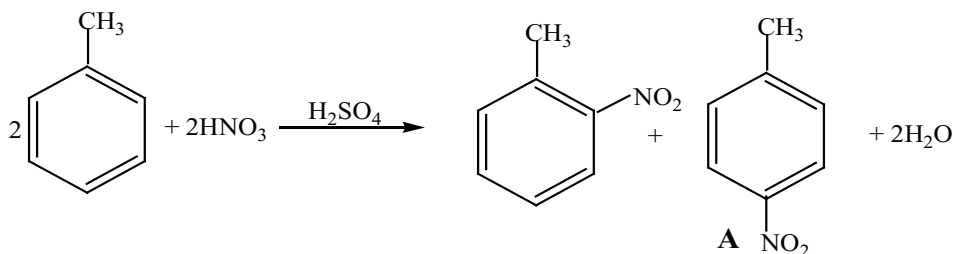
Б) Все или некоторые вещества зашифрованы буквами. Разные буквы соответствуют разным веществам, условия протекания реакций не указаны.

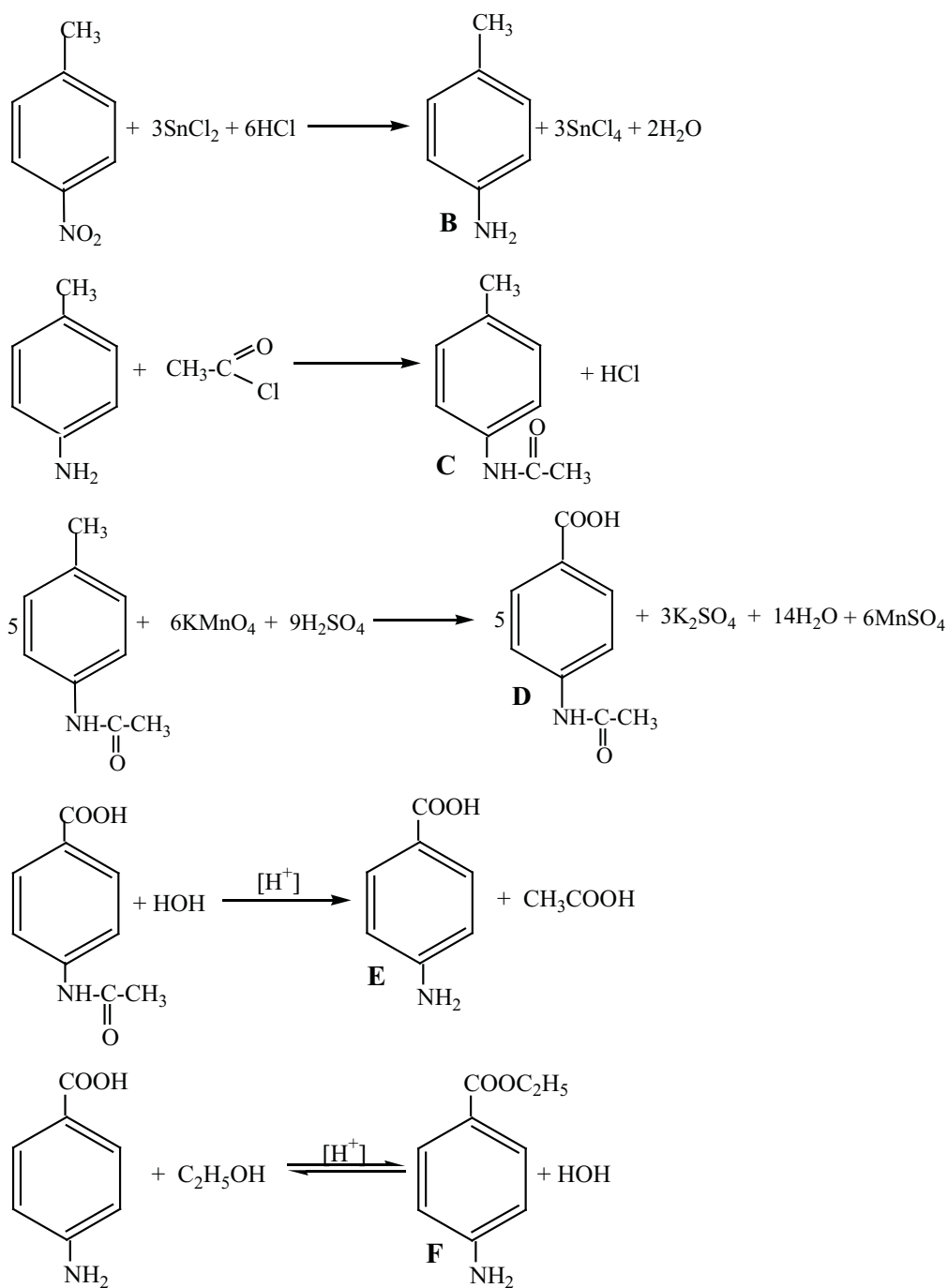
В) Вещества в схеме полностью или частично зашифрованы буквами и указаны условия протекания реакций или реагенты.

Пример 4. Какие вещества образуются в приведенной ниже схеме. Напишите уравнения соответствующих химических реакций и дайте название конечному продукту. Где это вещество применяется?



Решение:

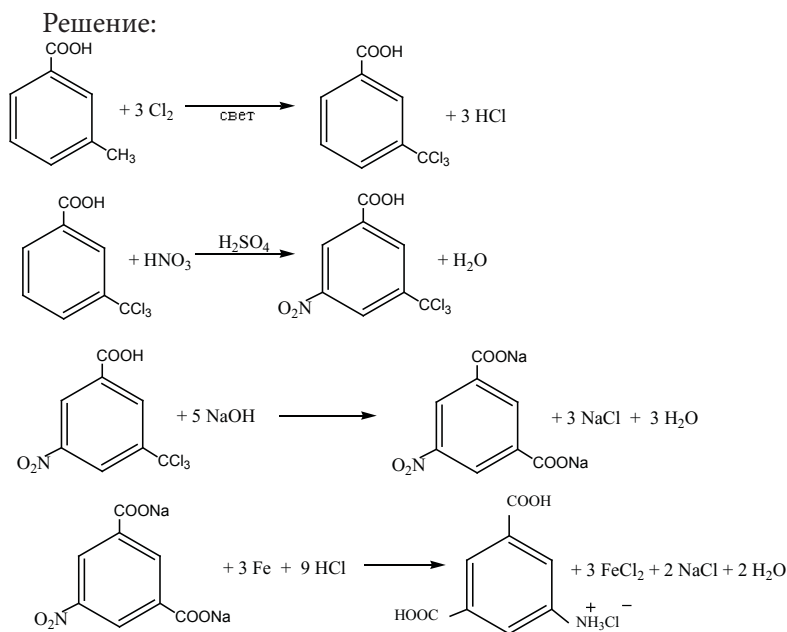
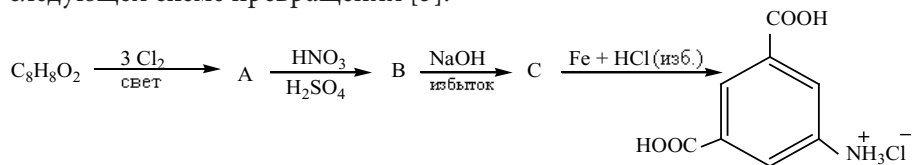




Вещество F – это этил-*n*-аминобензоат (анестезин) [3].

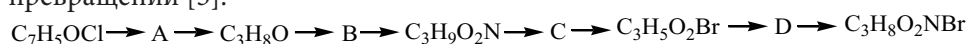
В олимпиадных задачах активно используется влияние условий, в том числе растворителя на продукт реакции.

Пример 5. Определите строение исходного соединения и веществ А, В, С в следующей схеме превращений [5]:

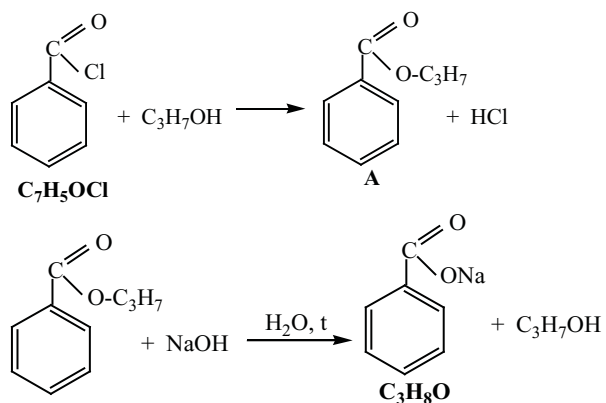


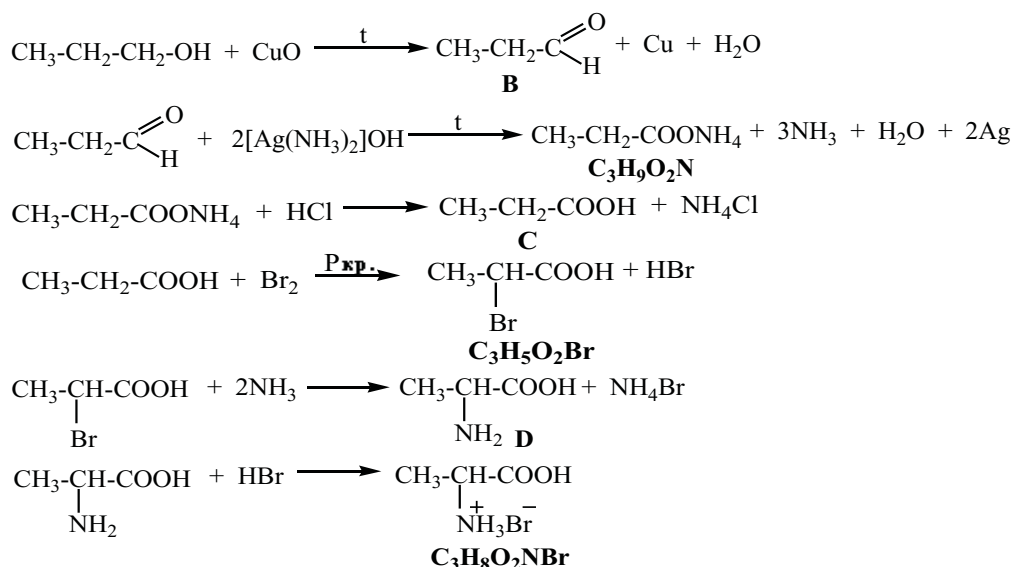
Г) Схемы, в которых органические вещества зашифрованы в виде брутто-формул.

Пример 6. Напишите уравнения реакций, соответствующие следующей схеме превращений [5]:



Решение:



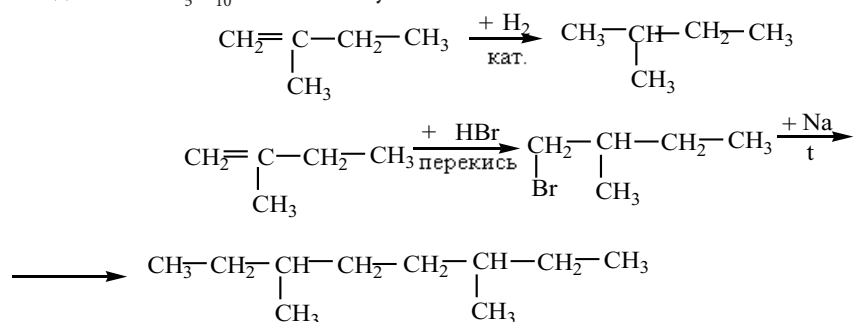


Другой формой качественных задач являются задачи на описание химического эксперимента с указанием условий проведения реакций и наблюдений.

Пример 7. Соединение C_5H_{10} при каталитическом гидрировании образует 2-метилбутан. Если же на исходное соединение подействовать бромоводородом в присутствии перекиси и затем полученный продукт нагреть с металлическим натрием, то образуется 3,6-диметилгектан. Установите строение соединения C_5H_{10} и приведите уравнения реакций всех превращений [3; 4].

Решение:

Соединение C_5H_{10} – 2-метилбутен-1.

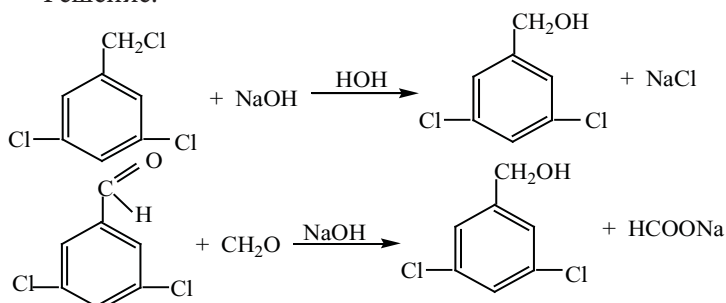


В таких задачах часто используются би- и полифункциональные органические соединения. При этом требуются знания основных свойств классов органических веществ.

Пример 8. При встряхивании смеси ароматического альдегида и формальдегида с концентрированным раствором щелочи было получено вещество состава $\text{C}_7\text{H}_6\text{Cl}_2\text{O}$, которое идентично соединению, образующемуся при щелочном гидролизе 3,5-дихлорбензилхлорида. Установите строение вещества $\text{C}_7\text{H}_6\text{Cl}_2\text{O}$ и

ароматического альдегида, из которого оно было получено. Напишите соответствующие уравнения реакций.

Решение:

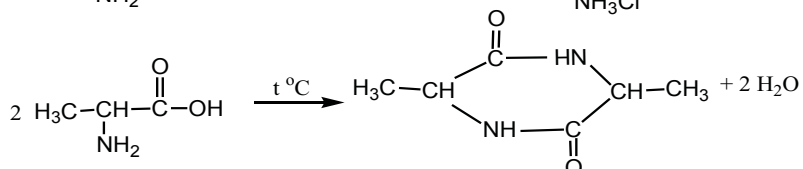
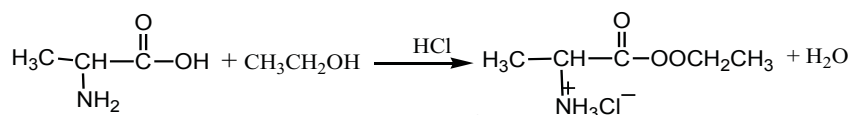
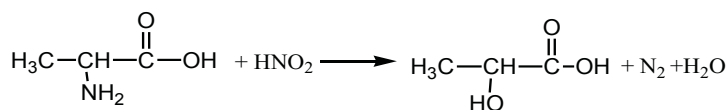
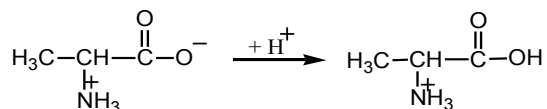
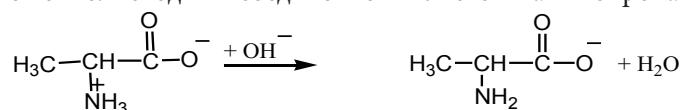


Пример 9. Известно, что вещество с эмпирической формулой $\text{C}_3\text{H}_7\text{O}_2\text{N}$:

- растворяется в щелочах и кислотах,
- при реакции с азотистой кислотой выделяет азот,
- с этиловым спиртом в присутствии хлороводорода образует соединение состава $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}_2\text{NCl}$,
- при нагревании дает новое вещество состава $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_2\text{N}_2$.

Установите строение этого вещества и напишите уравнения всех указанных химических процессов [5].

Решение: Исходным соединением является 2-аминопропановая кислота (аланин).



Чаще всего олимпиадные задания включают в себя несколько типов задач, т.е. являются **комбинированными**. В задаче может быть избыток данных (тогда школьник должен выбрать те данные, которые необходимы для ответа на поставленный в задаче вопрос), а может не хватать данных, тогда учащемуся необходимо показать умение пользоваться источниками справочной информации и извлекать необходимые для решения данные.

Таким образом, при подготовке школьников к олимпиадам по химии необходимо иметь четкое представление о предлагаемых заданиях, их специфике. Учитель должен иметь представление о минимальном объеме химических понятий, которыми должен владеть школьник, участвующий в олимпиадах, и возможные стратегические пути решения этих задач.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кузьменко Н.Е., Еремин В.В., Чуранов С.С. Сборник конкурсных задач по химии. М., 2001. 576 с.
2. Минченков Е.Е., Сурин Ю.В., Карташов С.Н. и др. Олимпиада школьников Московской области по химии. М., 2006. 117 с.
3. Свердлова Н.Д., Карташов С.Н., Конищева А.П. и др. Задачи и задания химических олимпиад школьников Московской области 1999–2003 гг. М., 2004. 60 с.
4. Свердлова Н.Д., Карташов С.Н., Радугина О.Г. и др. Химия. Справочник для старшеклассников и поступающих в ВУЗы. М., 2014. 576 с.
5. Тюльков И.А., Емельянов В.А., Архангельская О.В. и др. Методические рекомендации по проведению школьного муниципального этапа олимпиады школьников по химии в 2015/2016 учебном году. М., 2015. 28 с.

REFERENCES

1. Kuz'menko N.E., Eremin V.V., Churanov S.S. Sbornik konkursnykh zadach po khimii [Collection of competition tasks in chemistry]. M., 2001. 576 p.
2. Minchenkov E.E., Surin YU.V., Kartashov S.N. a.o. Olimpiada shkol'nikov Moskovskoi oblasti po khimii [Moscow region chemistry contest for school children]. M., 2006. 117 p.
3. Sverdlova N.D., Kartashov S.N., Konicheva A.P. a.o. Zadachi i zadaniya khimicheskikh olimpiad shkol'nikov Moskovskoi oblasti 1999–2003 gg. [Tasks and assignments for Moscow region chemistry contests 1999-2003]. M., 2004. 60 p.
4. Sverdlova N.D., Kartashov S.N., Radugina O.G. a.o. KHimiya. Spravochnik dlya starsheklassnikov i postupayushchikh v VUZy [Chemistry. Guide for high school students and university entrants]. M., 2014. 576 p.
5. Tyul'kov I.A., Emel'yanov V.A., Arkhangel'skaya O.V. a. o. Metodicheskie rekomendatsii po provedeniyu shkol'nogo munitsipal'nogo etapa olimpiady shkol'nikov po khimii v 2015/2016 uchebnom godu [Methodical Recommendations on Conducting the Municipal Stage of School Chemistry Contest in 2015/2016 Academic Year]. M., 2015. 28 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Карташов Сергей Николаевич – кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры теоретической и прикладной химии Московского государственного областного университета;
e-mail: docent18@yandex.ru

Климачев Дмитрий Анатольевич – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры ботаники и прикладной биологии Московского государственного областного университета;
e-mail: docent18@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Kartashov Sergey N. – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, associate professor of the Department of Theoretical and Applied Chemistry, Moscow State Regional University;
e-mail: docent18@yandex.ru

Klimachev Dmitry A. – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, associate professor of the Department of Botany and Applied Biology, Moscow State Regional University;
e-mail: docent18@yandex.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Карташов С.Н., Климачев Д.А. Методические аспекты решения олимпиадных заданий по органической химии // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика. 2016. № 1. С. 48–58
DOI: 10.18384/2310-7219-2016-1-48-58

BIBLIOGRAPHIC REFERENCE

S. Kartashov, D. Klimachev. Methodological aspects of solving of olympiad tasks in organic chemistry // Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Pedagogics. 2016. no 1. pp. 48–58.
DOI: 10.18384/2310-7219-2016-1-48-58