

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Национальный исследовательский Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского

Е.Н. Федосеева

УПРАЖНЕНИЯ И ЗАДАНИЯ ПО КУРСУ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Учебно-методическое пособие

Рекомендовано методической комиссией химического факультета для
студентов ННГУ, обучающихся по направлению подготовки
06.03.01 «Биология»

Нижний Новгород
2016

УДК 547:378.147.227(075.8)

ББК Г2я73-5

Ф-33

Ф-33 Федосеева Е.Н. УПРАЖНЕНИЯ И ЗАДАНИЯ ПО КУРСУ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ: Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016. – 65 с.

Рецензент: д.х.н., доцент **Замышляева О.Г.**

В пособии представлены задания и упражнения, сгруппированные по темам, соответствующим учебному плану проведения семинарских занятий. Разделы пособия снабжены необходимым минимумом теоретического материала, а также примерами выполнения заданий.

Для студентов Института биологии и биомедицины ННГУ, обучающихся по направлению подготовки 06.03.01 «Биология», в качестве вспомогательного материала при самостоятельной подготовке к занятиям по органической химии.

Ответственный за выпуск:
председатель методической комиссии химического факультета ННГУ
д.х.н., доцент **А.В. Маркин**

УДК 547:378.147.227(075.8)

ББК Г2я73-5

© Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Практические задания к изучению темы «Номенклатура химических соединений»	4
Практические задания к изучению темы «Электронные эффекты в молекулах»	20
Практические задания к изучению темы «Промежуточные реакционные частицы»	24
Практические задания к изучению темы «Ненасыщенные углеводороды»	27
Практические задания к изучению темы «Теория ароматического состояния»	47
Практические задания к изучению темы «Реакции нуклеофильного замещения в галогеналканах»	49
Практические задания к изучению темы «Планирование органического синтеза»	51
Практические задания к изучению темы «Спирты, фенолы»	53
Практические задания к изучению темы «Альдегиды. Кетоны»	54
Практические задания к изучению темы «Карбоновые кислоты»	55
Литература	64

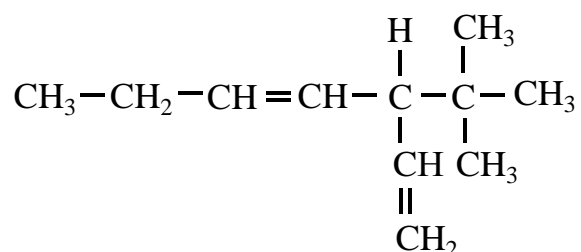
Практические задания к изучению темы «Номенклатура химических соединений»

В органической химии название молекул различных соединений составляется по заранее оговоренной системе – номенклатуре. Таких систем известно несколько. Наиболее удобной и широко используемой является номенклатура IUPAC.

Основные принципы построения названия химического соединения по номенклатуре IUPAC, достаточные для выполнения заданий I, II и III к семинару 1, изложены в методической разработке Колякина Е.В., Павловская М.В. Номенклатура и изомерия органических соединений. Часть 1 // Нижний Новгород. – 2003. – 32 с.

I. Назовите следующие соединения

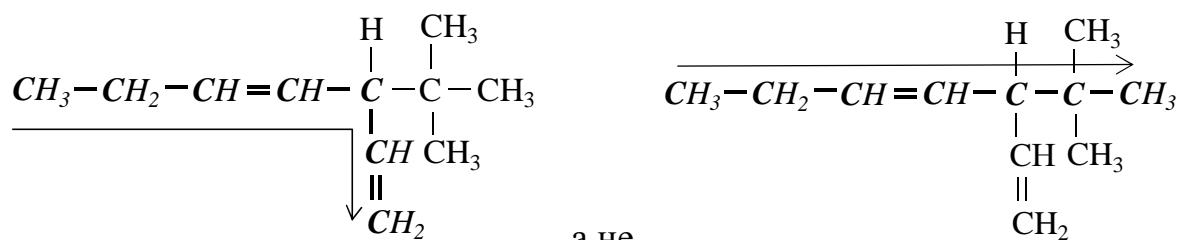
Пример выполнения задания

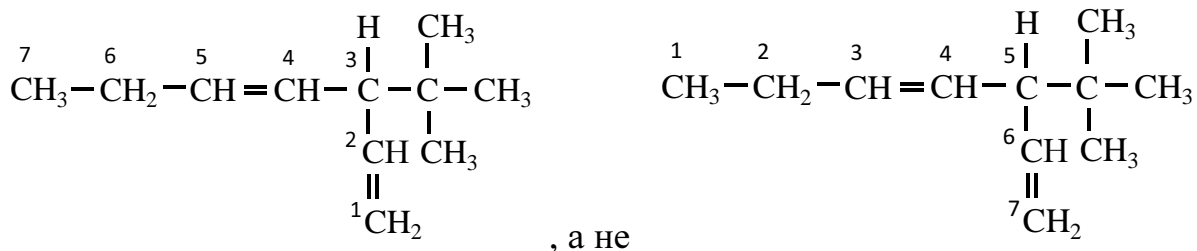


Для выбора главной цепи последовательно применяем следующие правила:

- Цепь должна содержать максимальное число кратных связей (как двойных, так и тройных).
- Максимальная длина;
- Максимальное число двойных связей;
- Наименьшие номера положения кратных связей.
- Наименьшие номера положения (локанты) двойных связей;
- Максимальное число заместителей, обозначаемых приставками;
- Наименьшие номера положения всех заместителей, обозначаемых приставками;
- Наименьшие номера положения заместителей, обозначаемых первой приставкой.

Выбираем главную цепь для молекулы, приведенной в примере, с использованием пп. А) и Г)



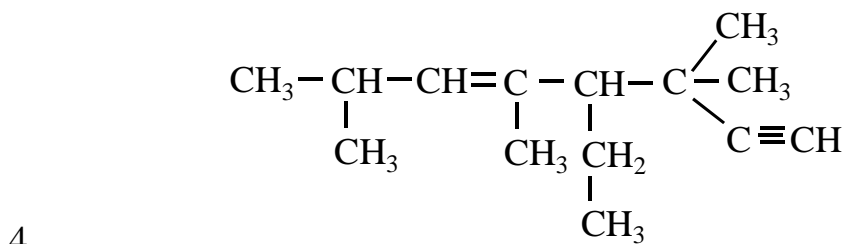
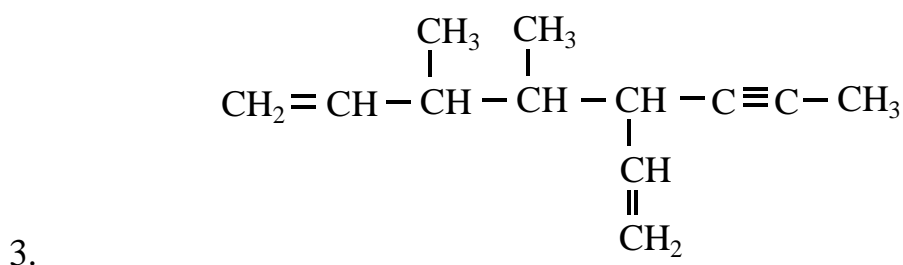
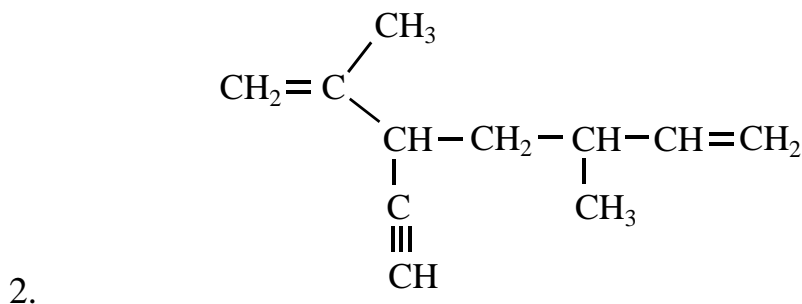
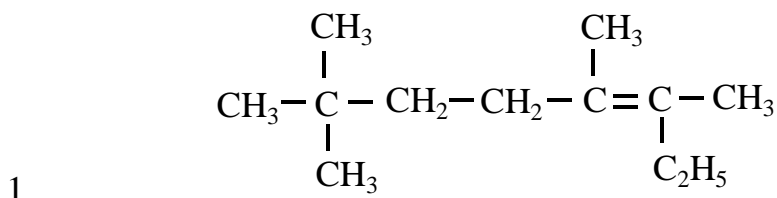


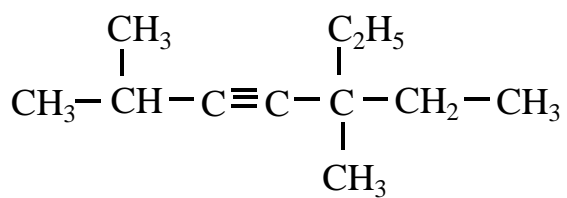
, а не

Называем заместитель – трет-бутил. Это приставка в названии соединения. Называем главную цепь, учитывая количество атомов углерода (7 – гепта) и добавляя суффиксы, обозначающие наличие двух (ди) двойных связей (ен), – гептадиен.

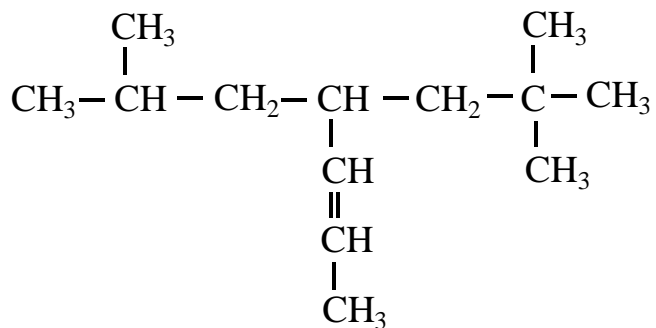
Называем молекулу, используя правило: локанты ставятся перед приставками, но после суффиксов: 3-трет-бутилгептадиен-1,4.

Задания

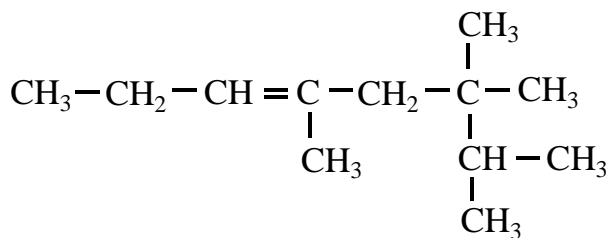




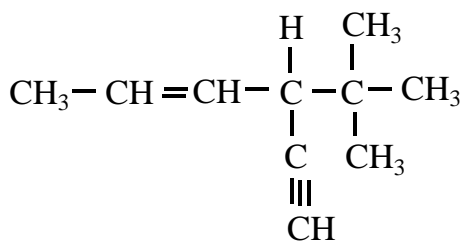
5.



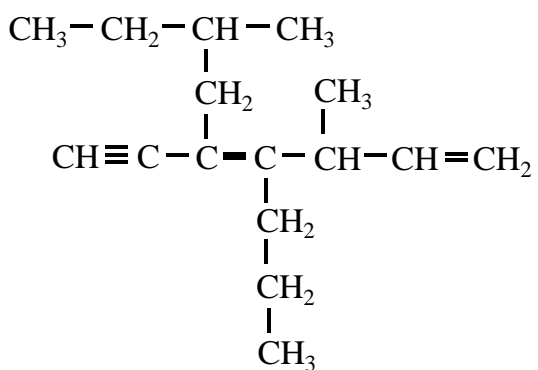
6.



7.

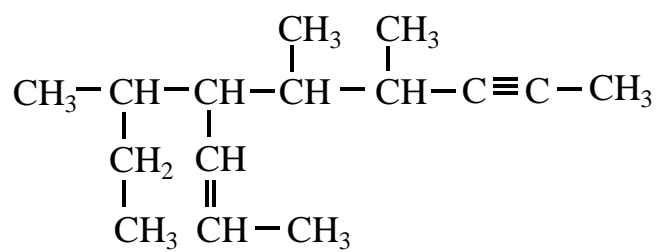


8.

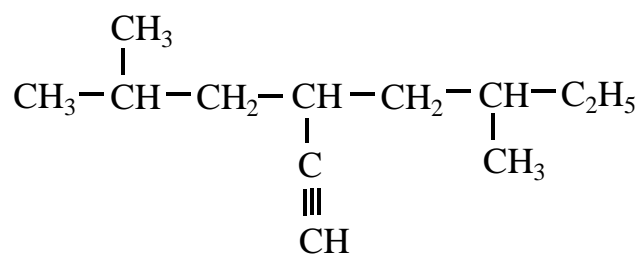


9.

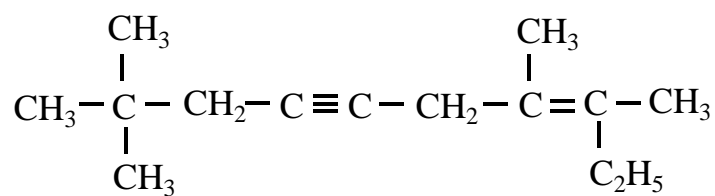
16.



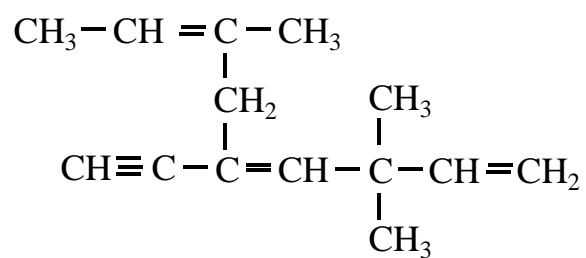
17.



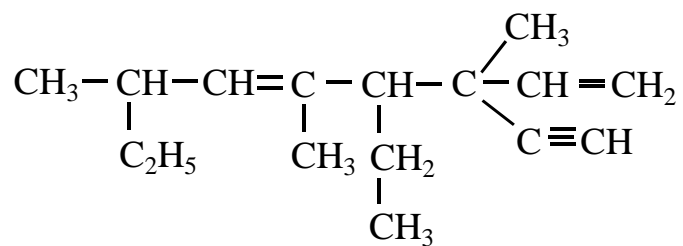
18.

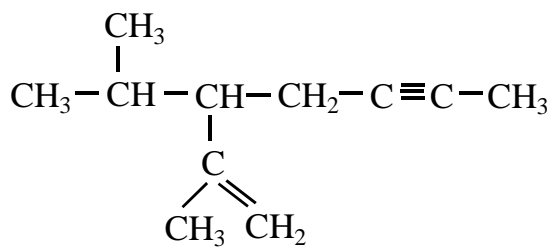


19.

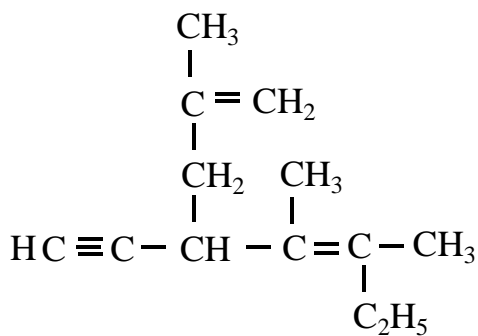


20.

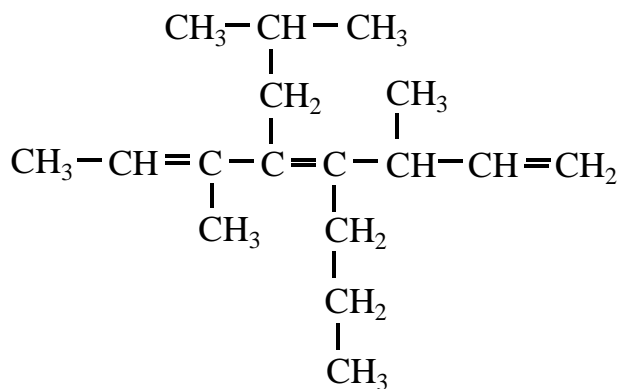




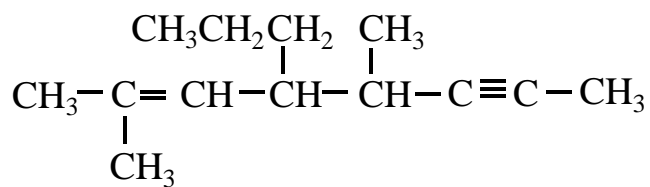
26.



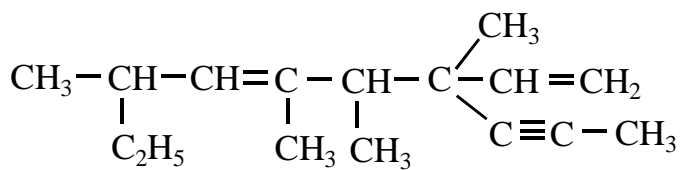
27.



28.



29.



30.

При выполнении заданий **II, III** можно пользоваться данными табл. 1.

Таблица 1

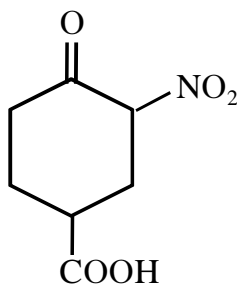
Окончания и приставки, применяемые для обозначения некоторых важнейших групп

Класс	Формула	Приставка	Окончание
Карбоновые кислоты	$\begin{array}{l} -\text{COOH} \\ -\text{C}] = \text{O} \text{ *)} \\ \quad \diagdown \\ \quad \text{OH} \end{array}$	Карбокси- -	-карбоновая кислота -овая кислота
Сульфоновые кислоты	$-\text{SO}_3\text{H}$	Сульфо-	-сульфоновая кислота
Соли	$\begin{array}{l} -\text{COOMe} \\ -\text{C}] = \text{O} \\ \quad \diagdown \\ \quad \text{OMe} \end{array}$	- -	Металл...карбоксилат Металл...оат
Эфиры сложные	$\begin{array}{l} -\text{COOR} \\ -\text{C}] = \text{O} \\ \quad \diagdown \\ \quad \text{OR} \end{array}$	R- оксикарбонил	R...карбоксилат R...оат
Галогенангидриды кислот	$\begin{array}{l} -\text{CO-галоген} \\ -\text{C}] = \text{O} \\ \quad \diagdown \\ \quad \text{галоген} \end{array}$	Галформил -	-карбонилгалогенид -оилгалогенил
Амиды	$\begin{array}{l} -\text{CONH}_2 \\ -\text{C}] = \text{O} \\ \quad \diagdown \\ \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Карбаноил- -	-карбоксамид -амид
Нитрилы	$\begin{array}{l} -\text{CN} \\ -\text{C}] \equiv \text{N} \end{array}$	Циано- -	-карбонитрил -нитрил
Альдегиды	$\begin{array}{l} -\text{CHO} \\ -\text{C}] = \text{O} \\ \quad \diagdown \\ \quad \text{H} \end{array}$	Формил- Оксо-	-карбальдегид -аль
Кетоны	$\begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} \text{C}] = \text{O}$	Оксо-	-он
Спирты, фенолы	$-\text{OH}$	Гидрокси-	-ол
Амины	$-\text{NH}_2$	Амино-	-амин
Эфиры простые	$-\text{OR}$	R-окси	-
Сульфиды	$-\text{SR}$	R-тио	-

*) атом углерода, заключенный в квадратную скобку, включается в нумерацию

II. Определите класс соединения и дайте название

Пример выполнения задания



При составлении названия соединения последовательно решаем следующие задачи:

- Выбираем все имеющиеся в соединении функциональные (характеристические) группы, которые определяют химические свойства молекулы и ее отнесение к определенным классам соединений. В нашем случае такими группами являются $-\text{COOH}$, $>\text{C}=\text{O}$, $-\text{NO}_2$

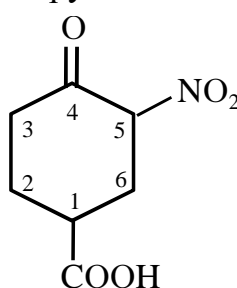
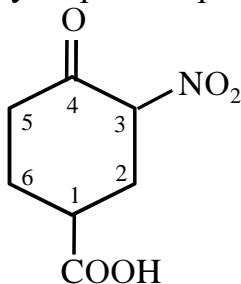
- Определяем главную характеристическую группу, руководствуясь иерархией (см. таблицу 1). Главная группа лежит в основе всего названия и нумерации, поэтому ее выбираем прежде всего. В таблице 1 группы размещены по уменьшению старшинства. В молекуле соединения, приведенного в примере, главной группой является $-\text{COOH}$. Она указывается в суффиксе, все остальные группы ($>\text{C}=\text{O}$, $-\text{NO}_2$) называются в префиксе в порядке алфавита.

- Определяем порядок нумерации. Главную цепь нумеруем так, чтобы старшая характеристическая группа получила наименьший из возможных номеров. Вообще же, для алифатических соединений рекомендуется давать наименьшие номера следующим элементам структуры, последовательно используя ниже перечисляемые признаки:

- главная группа;
- суммарная ненасыщенность;
- двойные связи;
- тройные связи;
- атомы и неглавные группы, обозначаемые префиксами;
- префиксные группы в порядке перечисления по алфавиту.

При этом нужно еще придерживаться правила наименьших локантов.

В примере нумерацию начинаем с атома углерода, непосредственно связанного с атомом углерода карбоксильной группы.



Возможны две последовательности локантов: 1, 3, 4 и 1, 4, 5. Из двух последовательностей локантов выбираем ту, в которой меньшая, чем в другой возможной последовательности, цифра (первое различающееся место) встречается первой.

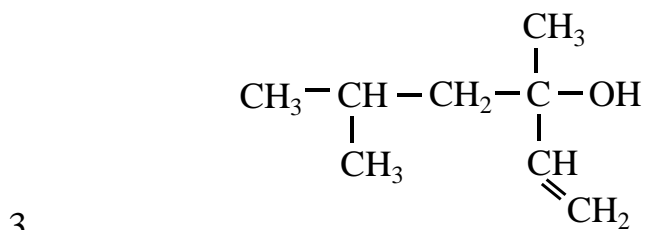
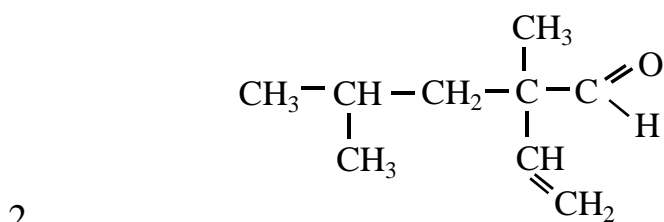
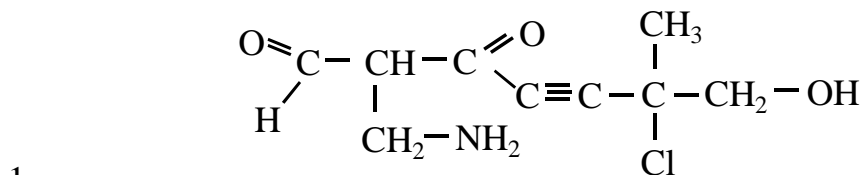
- Даем названия родоначальной структуре (главной цепи) и основной группе, затем названия префиксам. В примере родоначальной структурой является циклогексан. Основная группа в соответствии с таблицей 1 получает название «карбоновая кислота». Такое окончание типично для названия кислот циклического ряда.

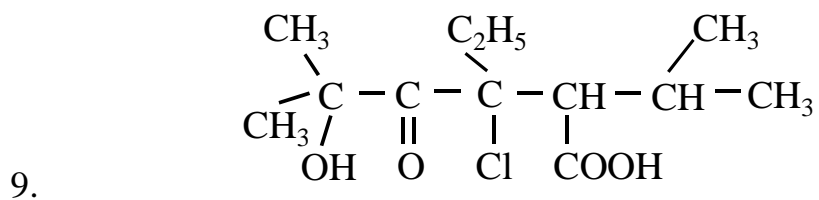
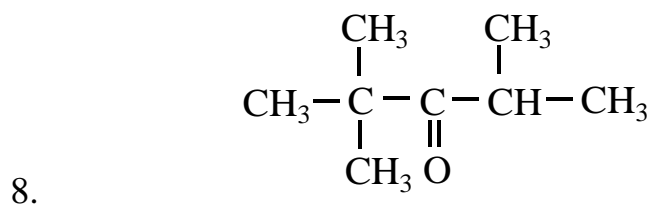
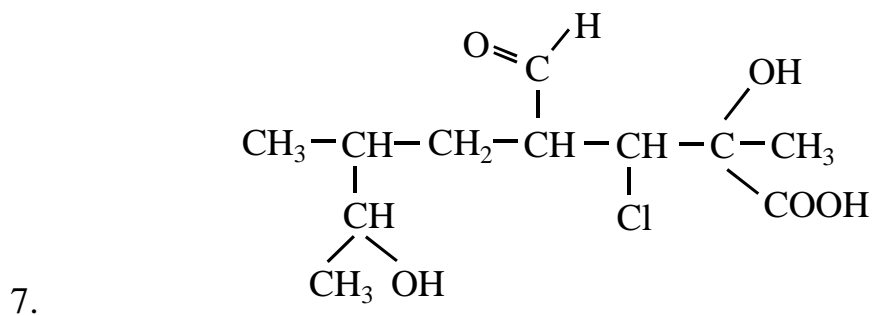
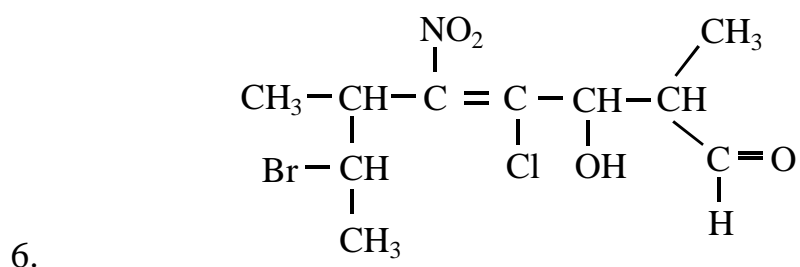
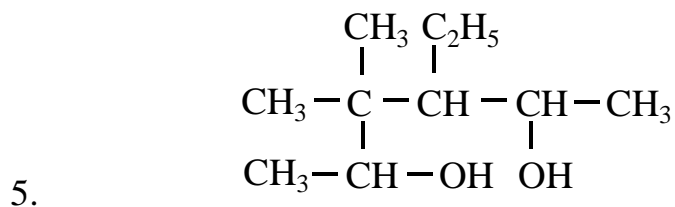
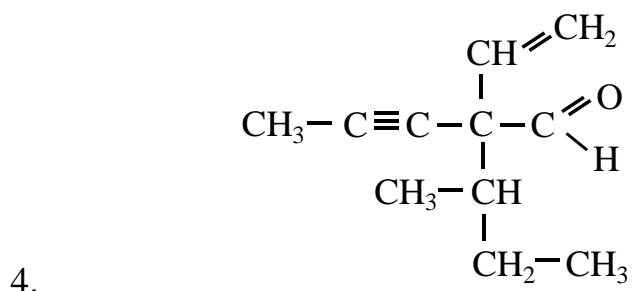
Для алифатических карбоновых кислот используется окончание «овая кислота», добавляемое к названию родоначального углеводорода с тем же числом углеродных атомов. Нумерация в таком случае начинается с атома углерода карбоксильной группы.

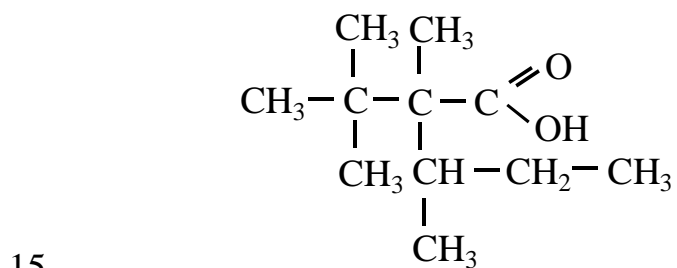
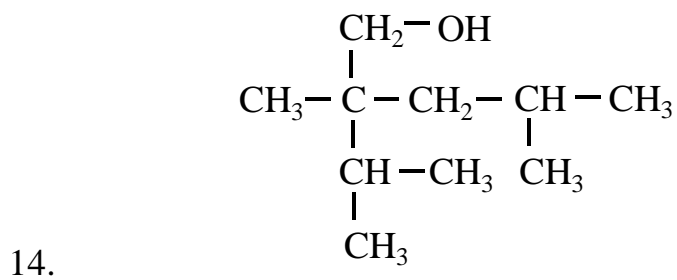
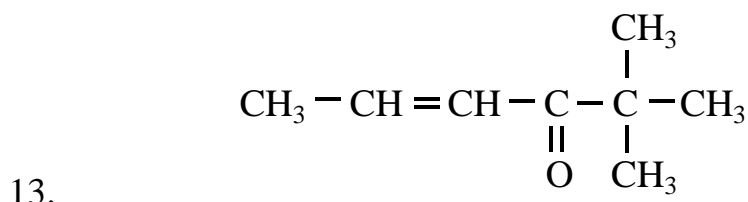
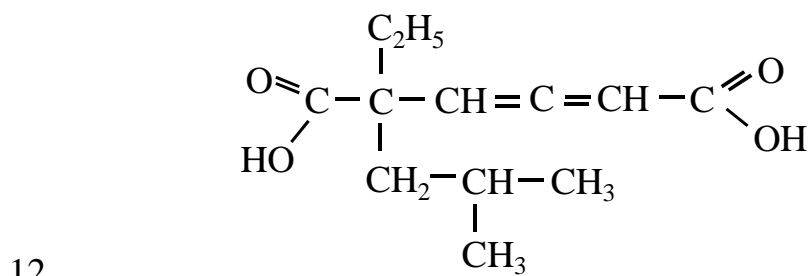
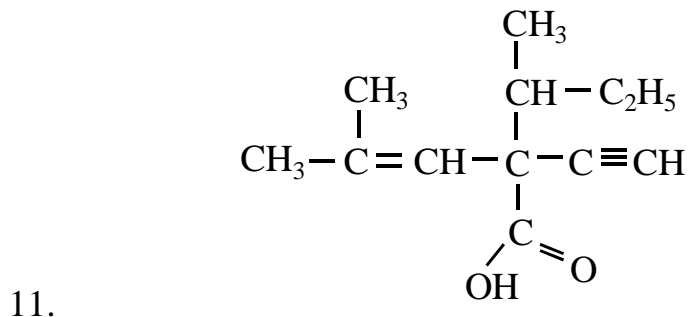
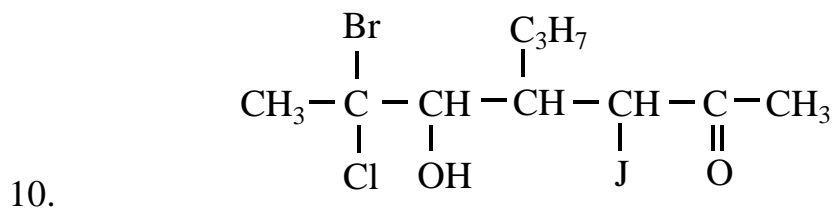
Префиксами «оксо-» и «нитро-» будут соответственно обозначены группы $>C=O$ и $-NO_2$.

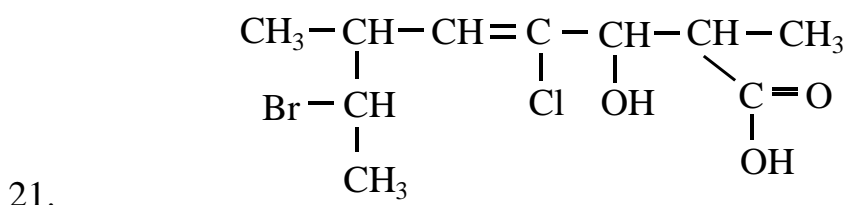
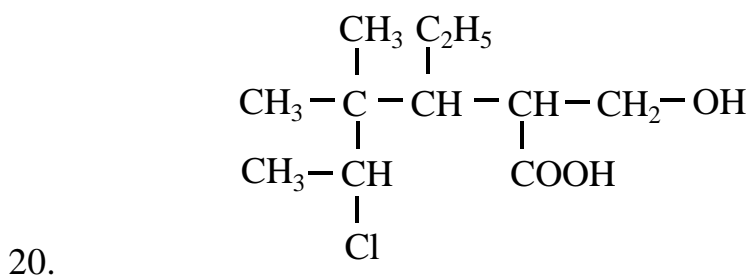
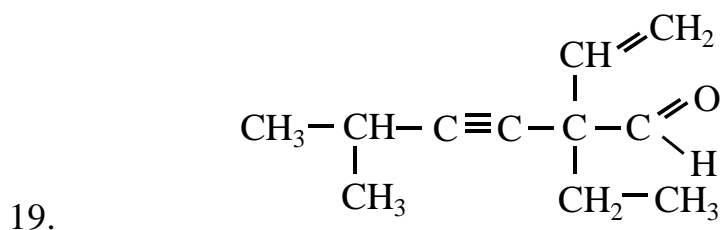
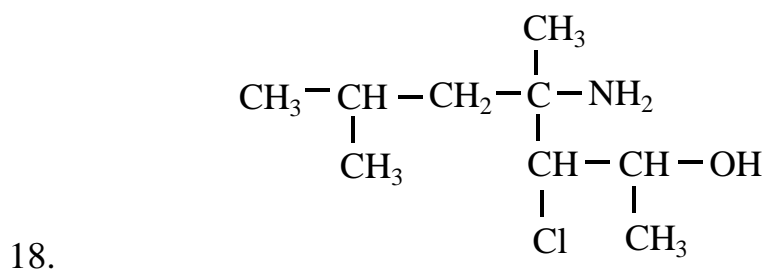
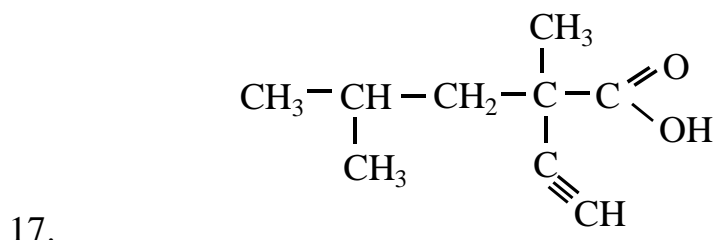
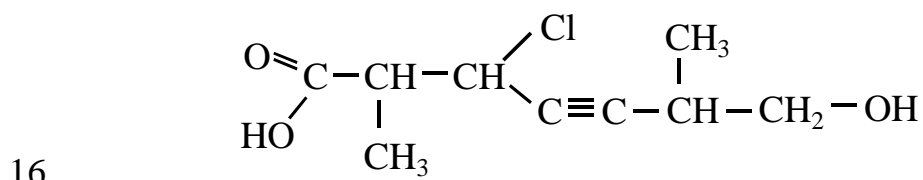
- Объединяем частичные названия в общее полное название, придерживаясь общего алфавитного порядка для всех отделяемых префиксов. Локанты ставим перед префиксом, но после суффикса. Название молекулы, таким образом, **3-нитро-4-оксоциклогексанкарбоновая кислота**.

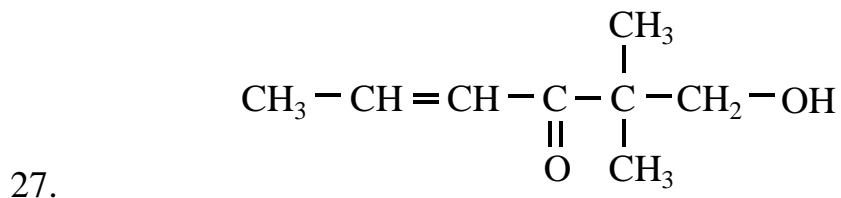
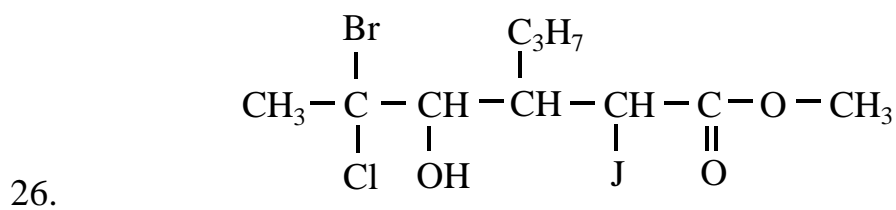
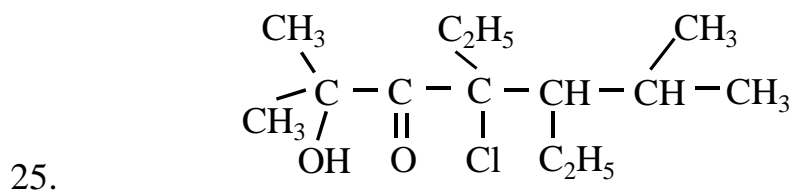
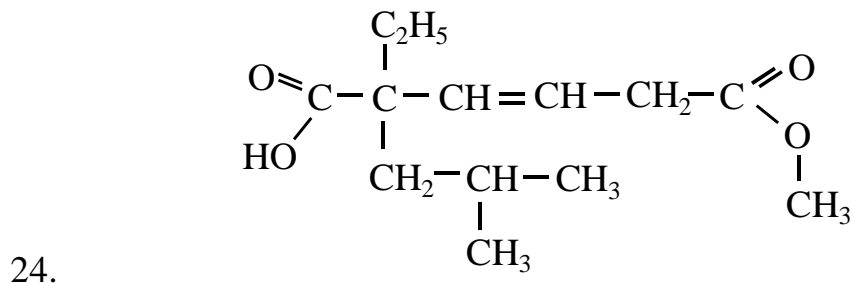
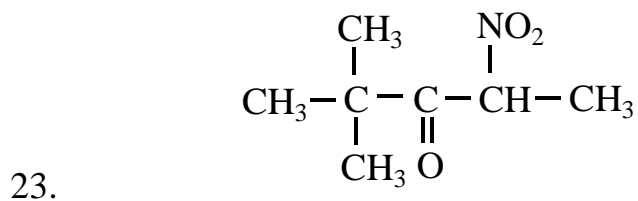
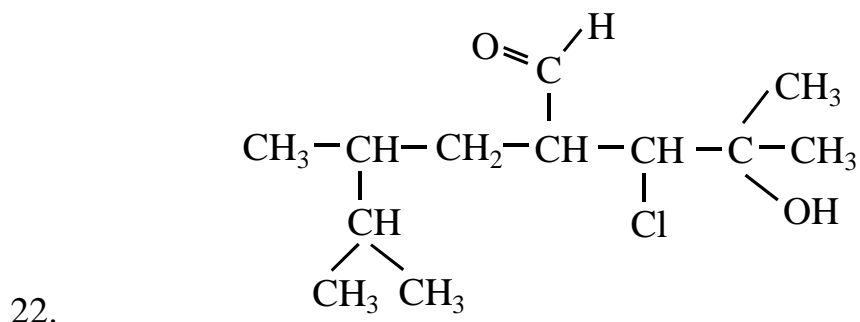
Задания

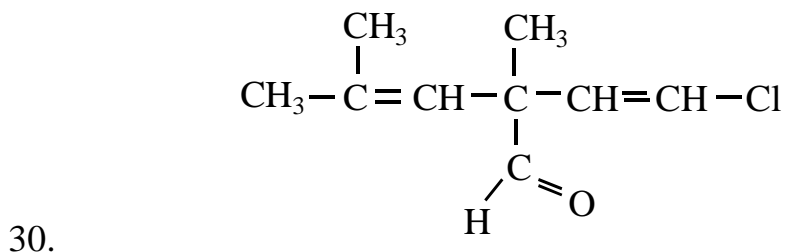
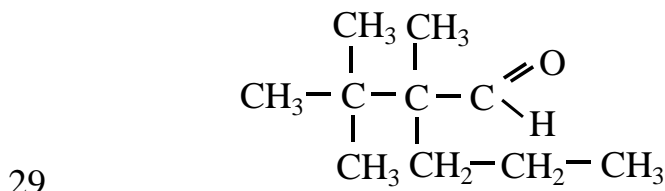
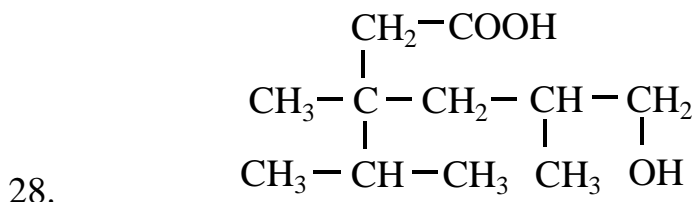








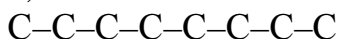




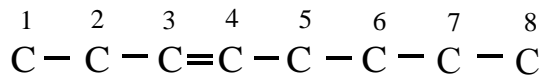
III. Нарисуйте структурную формулу следующих соединений

Пример выполнения задания

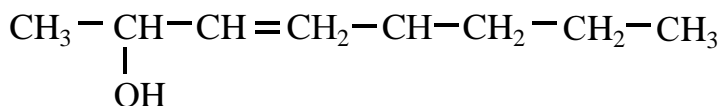
Дано название соединения: октен-3-ол-2. Главная цепь обозначается корнем «окт» и, следовательно, составлена из восьми атомов углерода



Суффикс «ен» показывает наличие двойной связи, а локант 3 после суффикса – ее положение в главной цепи после третьего атома углерода



Суффикс «ол» и локант 2 указывают на положение характеристической группы, относящей соединение к классу спиртов. Тогда с учетом всех валентных связей структурная формула соединения выглядит следующим образом:



1. 1-метилциклопентадиен-1,3
2. 2-метил-тиопропаналь
3. бутоксициклобутан
4. 3-гидроксипропановая кислота

5. гептин-3-диол-1,6
6. 2,3-дибром-5-метил-1-этилциклогексан
7. метоксициклобутан
8. 2,2,3-трихлорциклогександикарбоновая кислота-1,4
9. 1,3,5-трибром-2-хлорциклодекан
10. 1,1-дибромциклопентан
11. гексен-3-он-2
12. циклогексанон
13. 4,5-дихлорциклооктанкарбоновая кислота
14. гексин-3-диовая кислота
15. гексен-3-диол-2,4
16. 1-этилциклогексадиен-1,4
17. 2-метил-тиопентанол-1
18. этоксициклопропан
19. пропанодиовая кислота
20. 3-изопропилгександиол-1,6
21. 2,3-дибром-1-этилциклопентан
22. 1-метил-3-этоксициклобутан
23. 2,6-дийодциклогексантрикарбоновая-1,3,5 кислота
24. 1,3,5-трибром-2-хлордекановая кислота
25. 2,2-дибромциклопентандиол-1,4
26. гептен-3-ол-1
27. циклопентанол
28. 4,5-дихлороктен-6-овая кислота
29. нонен-3-диол-1,7
30. гексен-4-он-2

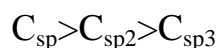
Практические задания к изучению темы «Электронные эффекты в молекулах»

Для выполнения заданий 1-30 можно воспользоваться теоретическим материалом, изложенным в методическом пособии Гришин Д.Ф., Скатова А.А. Введение в органическую химию // Нижний Новгород. – 2000. – 28 с.

Оценивать действие индуктивных эффектов (I-эффектов) различных заместителей можно путем сравнения электроотрицательности атомов или аддитивно групп атомов, входящих в состав заместителей. Чем правее расположен элемент в периоде таблицы Д.И. Менделеева и выше в группе, тем выше его электроотрицательность:



Электроотрицательность возрастает при увеличении дефицита электронной плотности на атомах заместителя, а также при увеличении вклада s-атомных орбиталей:



В табл. 2 приведены сведения об индуктивном эффекте, проявляемом некоторыми атомами и группами атомов в молекулах органических соединений.

Таблица 2

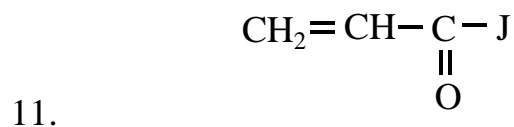
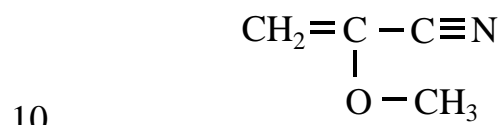
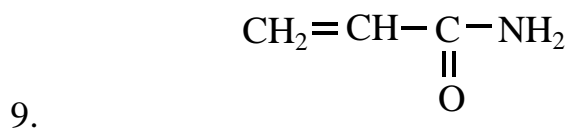
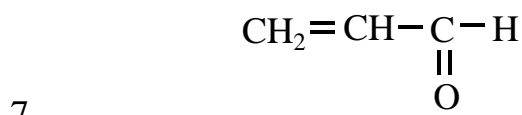
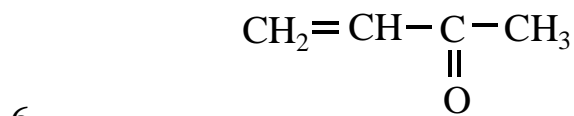
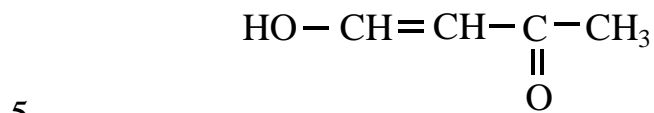
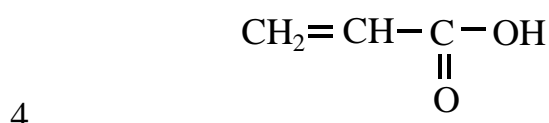
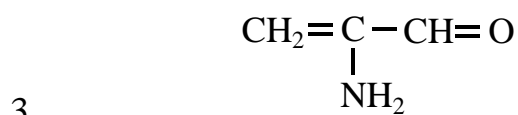
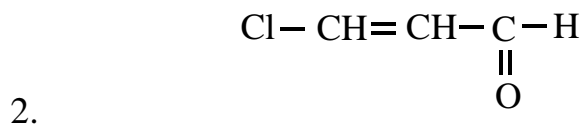
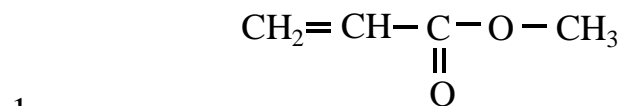
Степень индуктивного влияния заместителей

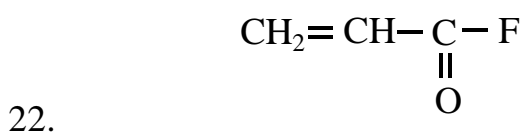
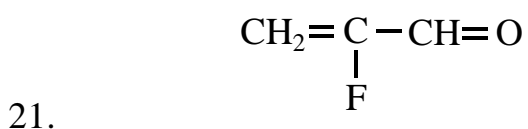
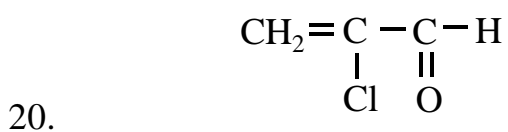
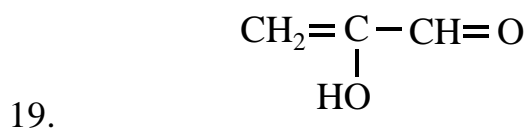
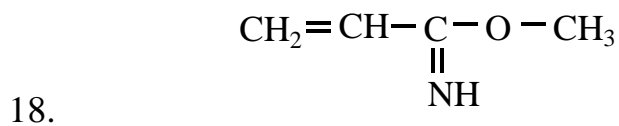
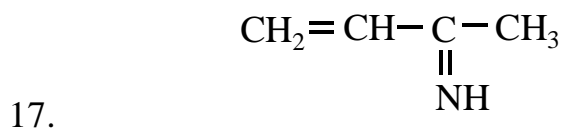
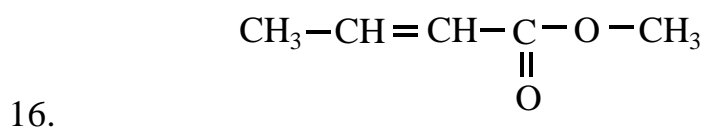
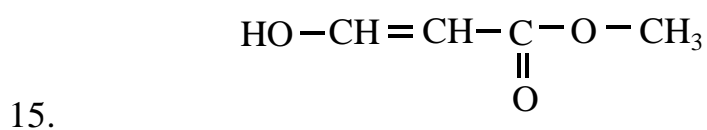
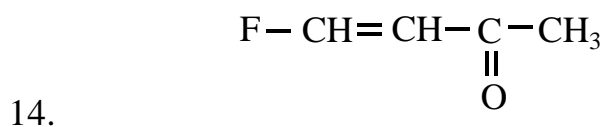
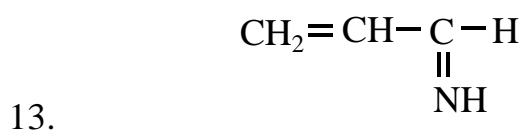
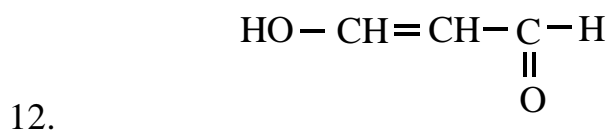
-I-эффект	+I-эффект
$-\overset{+}{N}R_3 > -\overset{\cdot\cdot}{N}R_2$	$-\overset{-}{N}R > -\overset{-}{O}$
$F > Cl > Br > I$	$-C(CH_3)_3 > -CH(CH_3)_2 > -CH_2CH_3 > -CH_3$
$F > OR > NR_2 > CR_3$	
$-C \equiv N > >C=NR > >C-NR_2$	
$-C \equiv CR > >C_6H_5 > >C=CR_2 > >C-CR_3$	

В ненасыщенных системах, имеющих несколько π-связей или π-связь и атомы с неподелёнными парами электронов, образующими сопряженные системы, кроме индуктивного может реализовываться и другой механизм смещения π-электронной плотности – мезомерный. Поскольку поляризуемость (подвижность) π(p)-электронов намного выше, чем σ-электронов, смещение электронов по этому механизму может быть определяющим.

Анализ электронной структуры молекулы с учетом мезомерного механизма смещения π(p)-электронов на качественном уровне проводится с использованием теоретических концепций сопряжения, мезомерии и резонанса.

Изобразите предельные и мезомерные структуры для соединений 1-30



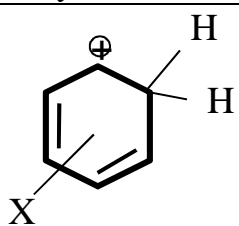
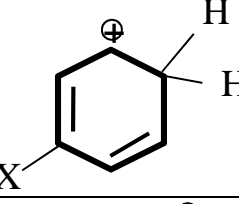

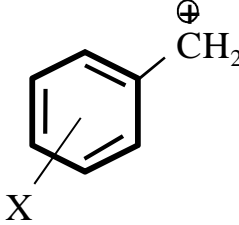

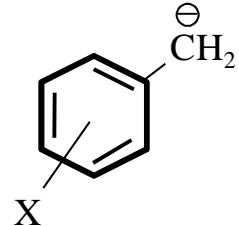

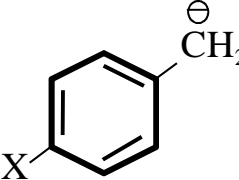


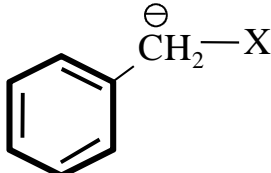
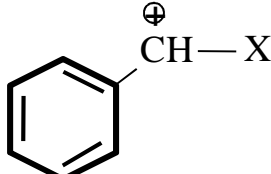

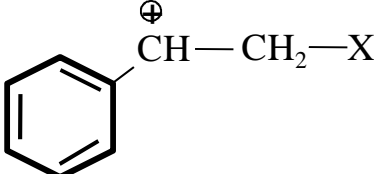

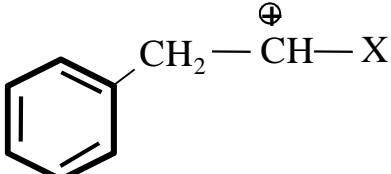
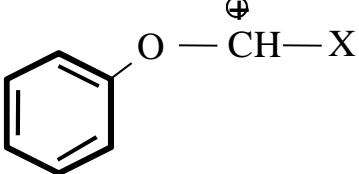

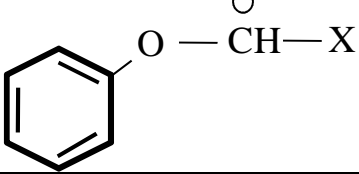
23.
$$\text{J}-\text{CH}=\text{CH}-\underset{\text{O}}{\overset{\parallel}{\text{C}}}-\text{OH}$$
24.
$$\text{CH}_2=\text{CH}-\underset{\text{O}}{\overset{\parallel}{\text{C}}}-\text{NH}-\text{CH}_3$$
25.
$$\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{C}\equiv\text{N}$$
26.
$$\text{CH}_2=\underset{\text{Br}}{\text{C}}-\text{CH}=\text{O}$$
27.
$$\text{Cl}-\text{CH}=\text{CH}-\underset{\text{O}}{\overset{\parallel}{\text{C}}}-\text{O}-\text{CH}_3$$
28.
$$\text{CH}_2=\text{CH}-\underset{\text{NH}}{\overset{\parallel}{\text{C}}}-\text{CH}_2-\text{F}$$
29.
$$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\underset{\text{O}}{\overset{\parallel}{\text{C}}}-\text{NH}_2$$
30.
$$\text{CH}_2=\text{CH}-\underset{\text{O}}{\overset{\parallel}{\text{C}}}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{OH}$$

Практические задания к изучению темы «Промежуточные реакционные частицы»

Для выполнения заданий 1-30 можно воспользоваться теоретическим материалом, изложенным в методическом пособии Гришин Д.Ф., Скатова А.А. Введение в органическую химию // Нижний Новгород. – 2000. – 28 с. Пример выполнения задания приведен ниже.

Задание. Изобразите предельные и мезомерные структуры для карбокатионов и карбанионов (№1-30). Оцените роль заместителя в стабилизации частиц

№	Заместитель X	Промежуточная частица
1.	X = NO ₂ , Cl, NH ₂	
2.	X = CF ₃ , OH, Br	
3.	X = CH ₃ , OCH ₃ , F	
4.	X = OCH ₃ , Cl, CF ₃ , NO ₂ , CH ₃	
5.	X = CN, Br, OH, COOH, OCH ₃	
6.	X = H, NH ₂ , CCl ₃ , F, 	
7.	X = Cl, NO ₂ , CH ₃	
8.	X = NH ₂ , OH, COOH	
9.	X = H, CCl ₃ , 	
10.	X = CH ₃ , OC ₂ H ₅ , CCl ₃	
11.	X = NO ₂ , OCH ₃ , 	
12.	X = NH ₂ , OH, COOH	
13.	X = OCH ₃ , F, NO ₂ , COOH	
14.	X = OH, Cl, NO ₂ , CH ₃	

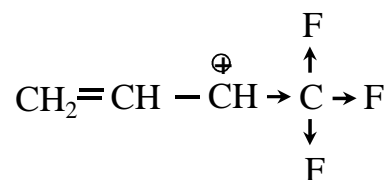
15.	X = OH, Cl, NO ₂ , CH ₃	
16.	X = CN, Cl, COOH, OCH ₃	
17.	X = COOH, CH ₃ , F, OC ₂ H ₅	
18.	X = Cl, OH, NO ₂ , C ₂ H ₅	
19.	X = NH ₂ , CCl ₃ , F, 	
20.	X = OH, Cl, CF ₃ , 	
21.	X = COOH, CH ₃ , F, OC ₂ H ₅	
22.	X = OCH ₃ , Cl, CH ₃ , NH ₂	
23.	X = COOH, CH ₃ , F, OC ₂ H ₅	
24.	X = COOH, CH ₃ , F, OC ₂ H ₅	
25.	X = OH, CF ₃ , NH ₂ , 	
26.	X = NO ₂ , Cl, CN, OCH ₃	
27.	X = OH, CH ₃ , COOH, NHCH ₃	CH ₂ =CH - O - CH [⊕] X
28.	X = CF ₃ , OH, Cl, NO ₂	CH ₂ =CH - CH [⊕] - CH=CHX
29.	X = CCl ₃ , OCH ₃ , F, OH	CH ₂ =CH - CH [⊖] X
30.	X = CF ₃ , OH, Cl, NO ₂	X - CH = CH - CH [⊕] - O - CH=CH ₂

Пример выполнения задания:



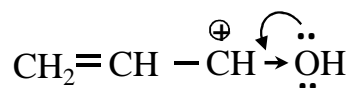
X = CF₃, OH, Cl, NO₂

1) X = CF₃ (-I)



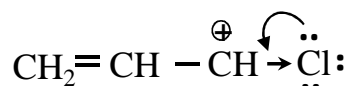
Дестабилизация за счет $-I$ -эффекта

2) $X = \text{OH}$ ($+M$, $-I$)



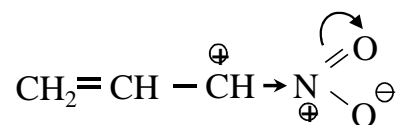
Стабилизация за счет $+M$ -эффекта, проявляющегося в большей степени, чем дестабилизирующий $-I$ -эффект.

3) $X = \text{Cl}$ ($+M$, $-I$)



Дестабилизация за счет $-I$ -эффекта, проявляющегося в большей степени, чем стабилизирующий $+M$ -эффект

4) $X = \text{NO}_2$ ($-M$, $-I$)



Дестабилизация за счет $-I$ и $-M$ -эффектов

Практические задания к изучению темы «Ненасыщенные углеводороды»

I. Z,E-номенклатура

Важное следствие отсутствия вращения вокруг двойной связи – существование геометрических изомеров. Самые распространенные из них – это *цис-транс*-изомеры соединений этиленового ряда, содержащих у ненасыщенных атомов неодинаковые заместители. Простейшим примером могут служить изомеры бутена-2. Геометрические изомеры имеют одинаковое химическое строение (одинаковый порядок химической связи), различаясь по пространственному расположению атомов, по конфигурации. Это различие и создает разницу в физических, а также химических свойствах (см. табл. 3). Геометрические изомеры могут быть выделены в чистом виде и существуют как индивидуальные вещества.

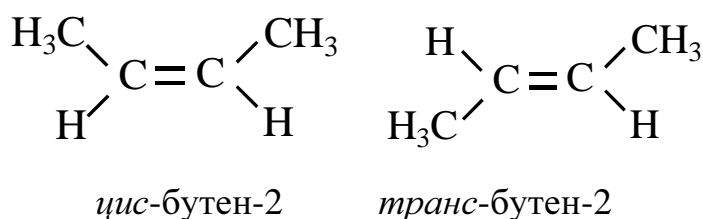


Таблица 3

Физико-химические свойства бутена-2

Параметр	<i>цис</i> -бутен-2	<i>транс</i> -бутен-2
T _{пл.} , °C	-138.9	-105.6
T _{кип.} , °C	3.72	1.0
плотность, г/см ³	0.724	0.604
показатель преломления n _D ²⁰	1.3946	1.3862

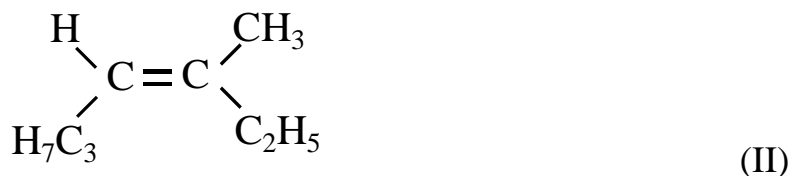
В простейших случаях в названиях геометрических изомеров используют приставки *цис*- и *транс*-. *Цис-формами* называют геометрические изомеры, у которых одинаковые заместители лежат по одну сторону от плоскости π-связи, *транс-изомеры* имеют одинаковые заместители на разных сторонах от плоскости π-связи. В более сложных случаях применяется *Z,E-номенклатура*. Ее главный принцип: для обозначения конфигурации указывают *цис*- (*Z*, от немецкого *Zusammen* – вместе) или *транс*- (*E*, от немецкого *Entgegen* – напротив) расположение **старших** заместителей при двойной связи.

В *Z,E*-системе старшими считаются заместители с большим атомным номером. Если атомы, непосредственно связанные с ненасыщенными углеродными атомами, одинаковы, то переходят ко "второму слою", в случае необходимости – к "третьему слою" и т.д.

Пример. В формуле I все решается атомами "первого слоя". Расставив их атомные номера (верхний индекс), получим, что старшие заместители каждой пары (бром в правой части формулы и азот в левой) находятся в *транс*-положении, отсюда следует стереохимическое обозначение *E*:



Для определения стереохимического обозначения структуры II необходимо искать различие в "высших слоях", поскольку по первому слою группы CH_3 , C_2H_5 , C_3H_7 не отличаются (рис. 1).



Во втором слое у группы CH_3 сумма атомных номеров равна трем (три атома водорода), у групп C_2H_5 и C_3H_7 – по 8. Значит, группа CH_3 не рассматривается – она младше двух других. Таким образом, старшие группы – это C_2H_5 и C_3H_7 , они находятся в цис-положении; стереохимическое обозначение Z.

Если бы понадобилось определить, какая группа старше – C_2H_5 или C_3H_7 , пришлось бы перейти к атомам "третьего слоя". Сумма атомных номеров в этом слое для обеих групп оказались бы соответственно равными 3 и 8, т.е. C_3H_7 старше, чем C_2H_5 .

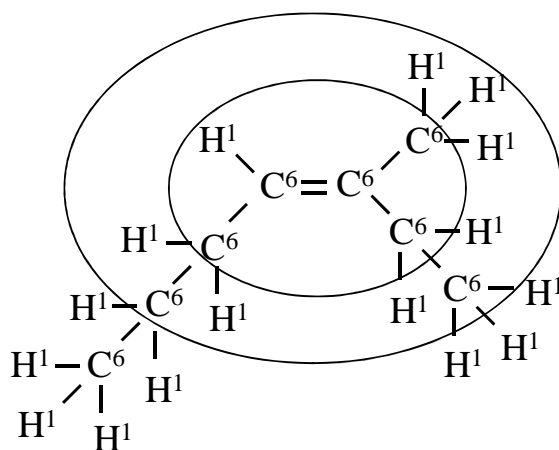


Рис. 1. Порядок расположения атомов заместителей при двойной связи

В более сложных случаях определения старшинства надо учитывать дополнительные условия:

- атом, связанный двойной связью, считается дважды,
- атом, связанный тройной связью, считается трижды.
- из числа изотопов старше более тяжелый (дейтерий старше водорода).

Следует помнить, что обозначение *Z* не является синонимом цис-формы, как и обозначение *E* не всегда соответствует расположению транс-структуры.

Более подробно правила *Z*, *E*-системы изложены в методической разработке Колякина Е.В., Павловская М.В. Номенклатура и изомерия органических соединений. Часть II. Изомерия // Нижний Новгород. – 2004. – 32с.

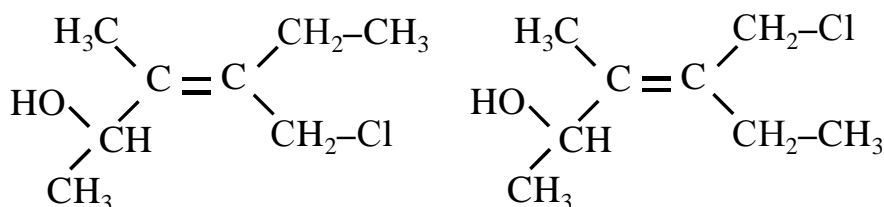
Задания

Нарисуйте геометрические изомеры следующих соединений, назовите их с учетом *Z*,*E*-номенклатуры. Дайте сравнительную оценку их устойчивости.

Пример выполнения задания

Дано соединение $\text{CH}_3\text{CHOH}(\text{CH}_3)\text{C}=\text{C}(\text{CH}_2\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{Cl}$

Приведенной формуле соответствует два изомера.

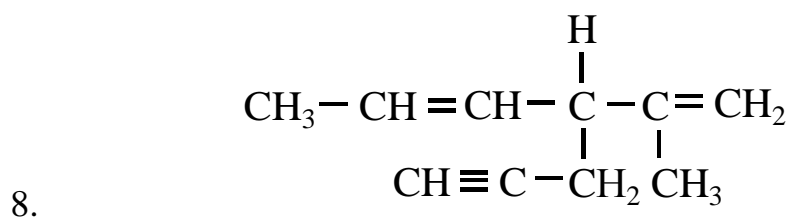
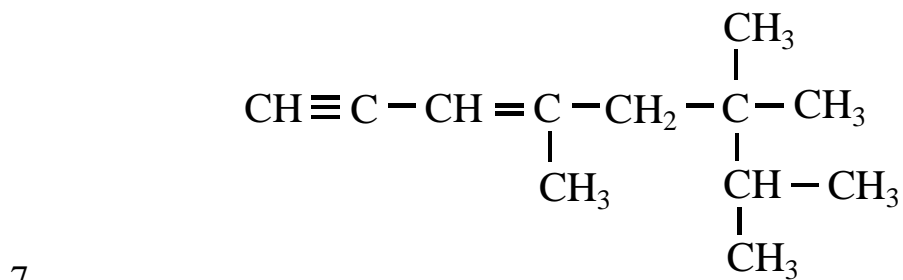
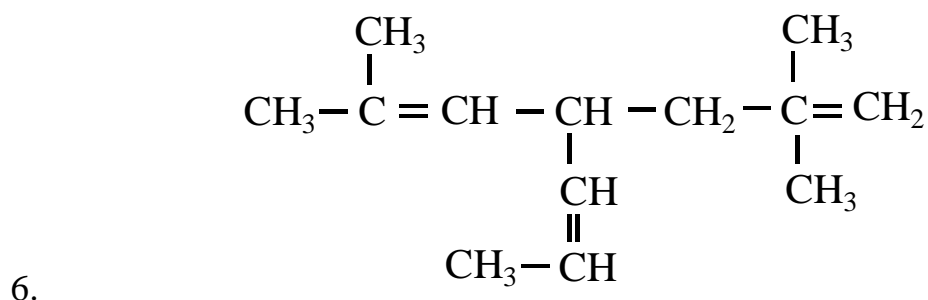
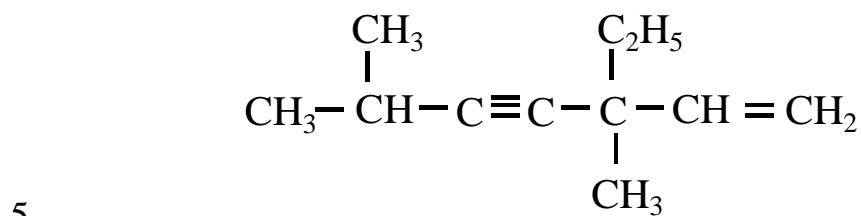
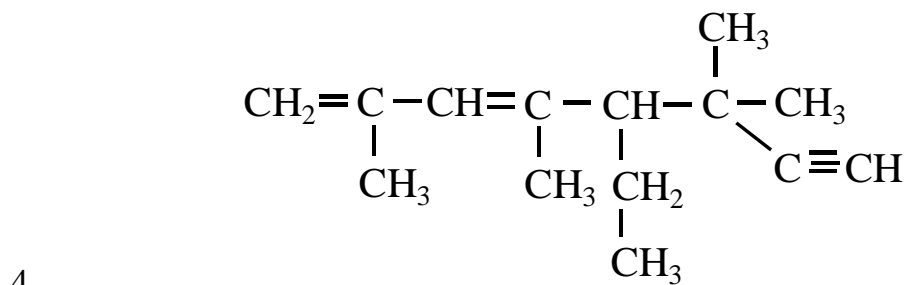
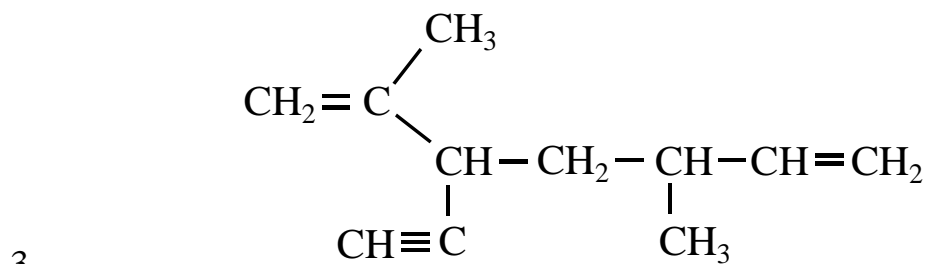


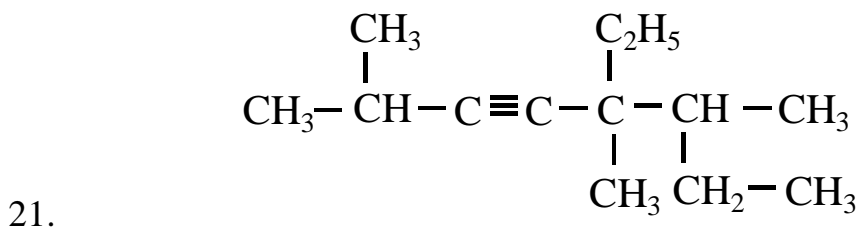
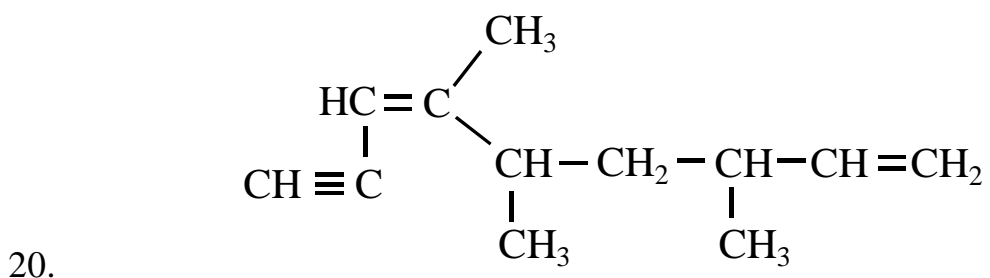
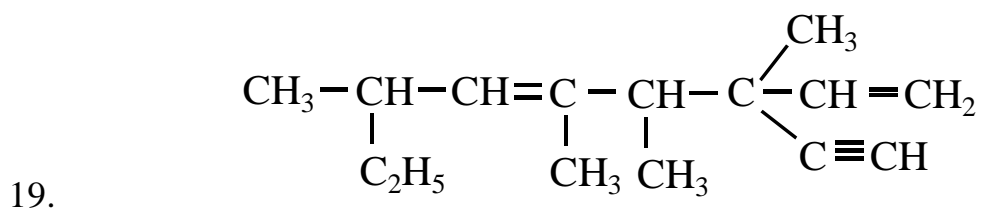
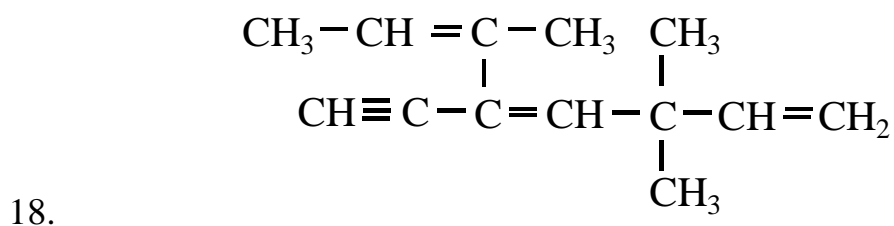
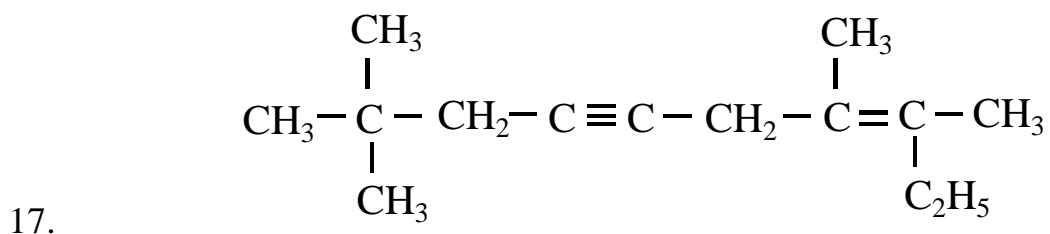
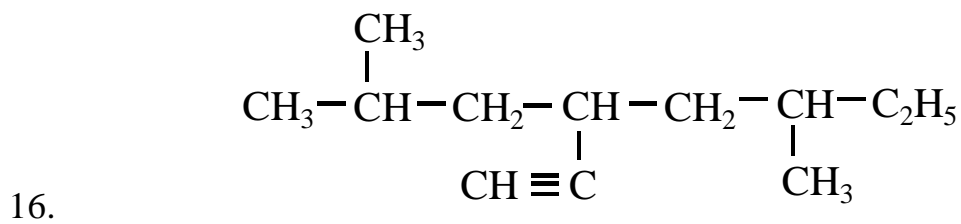
Согласно правилам ИУРАС оба изомера – это 3-метил-4-хлорметилгексен-3-ол-2. Определение старшинства заместителей показывает, что в левом изомере старшие заместители находятся по одну сторону от двойной связи (стереохимическое обозначение *Z*), а в правом – по разные (стереохимическое обозначение *E*).

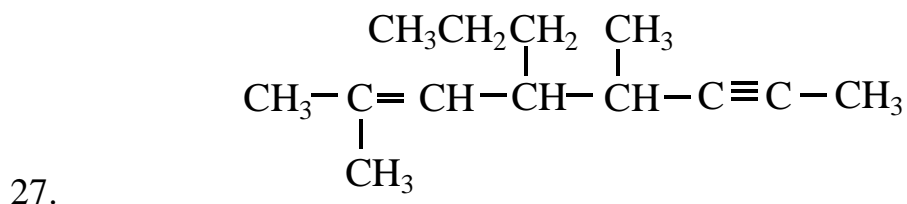
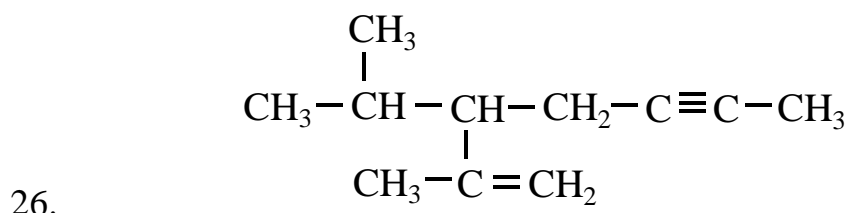
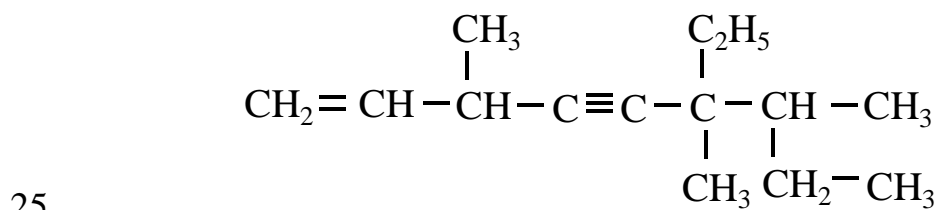
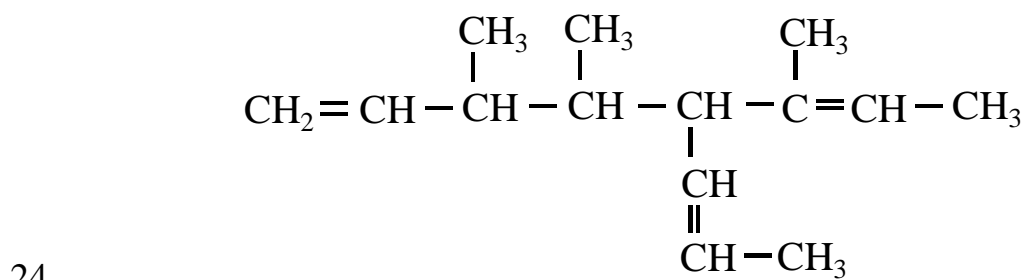
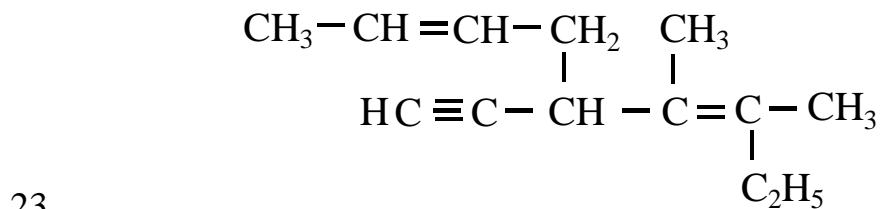
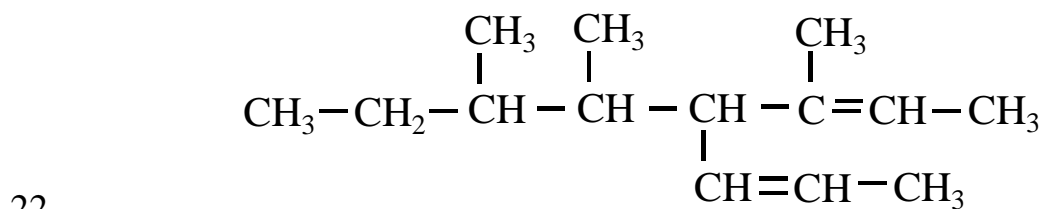
Следовательно слева изображен *Z*-3-метил-4-хлорметилгексен-3-ол-2, а справа *E*-3-метил-4-хлорметилгексен-3-ол-2. Более устойчивым является *E*-изомер, поскольку более объемные с более электроотрицательными атомами заместители расположены дальше друг от друга.

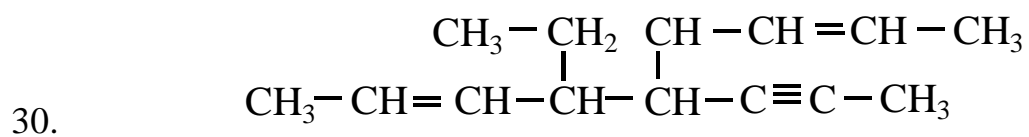
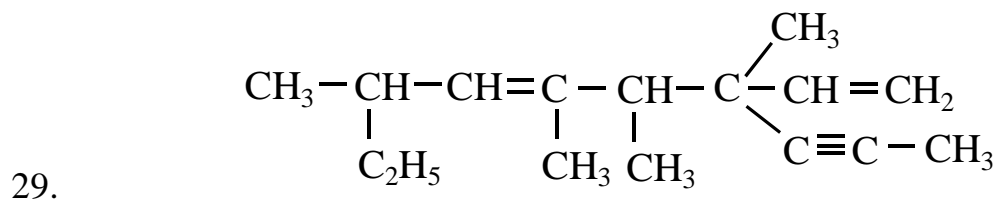
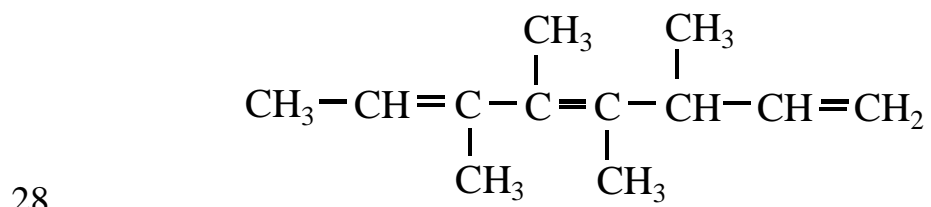
1. $\text{CH}_3\text{CHOH}(\text{OH})\text{C}=\text{C}(\text{CH}_2\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$
2. $(\text{CH}_3)_2\text{CH}(\text{CH}_3\text{CH}_2)\text{C}=\text{C}(\text{CH}_2\text{Cl})\text{CH}_2\text{CONH}_2$
3. $\text{ClCH}_2(\text{OH})\text{C}=\text{C}(\text{CH}_2\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CONH}_2$
4. $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2(\text{ClCH}_2\text{CH}_2)\text{C}=\text{C}(\text{Cl})\text{OH}$
5. $\text{ClCH}_2(\text{CH}_3)\text{C}=\text{C}(\text{CH}_2\text{Cl})\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$
6. $\text{CH}_3(\text{Cl})\text{C}=\text{C}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$
7. $\text{ClCH}_2(\text{CH}_3)\text{C}=\text{C}(\text{CH}_2\text{Br})\text{CH}_2\text{OH}$

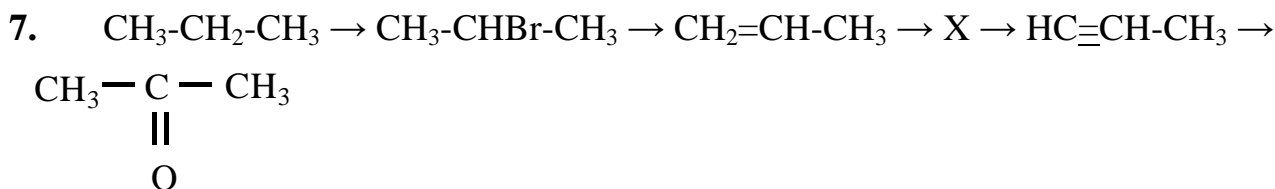
8. $\text{ClCH}_2(\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2)\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$
9. $\text{HOCH}_2(\text{CH}_3)\text{C}=\text{C}(\text{Cl})\text{COH}$
10. $\text{Cl}(\text{F})\text{C}=\text{C}(\text{CN})\text{COH}$
11. $\text{CH}_3(\text{HOCH}_2)\text{C}=\text{C}(\text{CONH}_2)\text{CH}_2\text{Cl}$
12. $\text{CH}_3(\text{HOCH}_2)\text{C}=\text{C}(\text{CONH}_2)\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$
13. $\text{HO}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{Cl})\text{C}=\text{C}(\text{CH}_2\text{OH})\text{CH}_2\text{Cl}$
14. $\text{CH}_3(\text{Cl})\text{C}=\text{C}(\text{CH}_2\text{Cl})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
15. $\text{CH}_3\text{CHOH}(\text{Br})\text{C}=\text{C}(\text{CH}_2\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
16. $(\text{CH}_3)_2\text{CH}(\text{HOCH}_2\text{CH}_2)\text{C}=\text{C}(\text{CH}_2\text{Cl})\text{CH}_3$
17. $\text{BrCH}_2(\text{OH})\text{C}=\text{C}(\text{CH}_2\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{COH}$
18. $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2(\text{ClCH}_2\text{CH}_2)\text{C}=\text{C}(\text{Cl})\text{OH}$
19. $\text{ClCH}_2\text{CH}_2(\text{CH}_3)\text{C}=\text{C}(\text{CH}_2\text{Cl})\text{CH}_2(\text{OH})$
20. $\text{CH}_3(\text{ClCH}_2)\text{C}=\text{C}(\text{CH}_2\text{J})\text{CH}_2\text{OH}$
21. $\text{ClCH}_2(\text{CH}_3)\text{C}=\text{C}(\text{CH}_2\text{Br})\text{CH}_2\text{CONH}_2$
22. $\text{ClCH}_2(\text{HOCH}_2)\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COH}$
23. $\text{HOCH}_2\text{CH}_2(\text{CH}_3)\text{C}=\text{C}(\text{Cl})\text{COH}$
24. $\text{ClCH}_2(\text{FCH}_2)\text{C}=\text{C}(\text{CN})\text{CH}_2\text{COH}$
25. $\text{CH}_3(\text{CH}_3\text{CH}_2)\text{C}=\text{C}(\text{COOH})\text{CH}_2\text{Cl}$
26. $\text{CH}_3(\text{J})\text{C}=\text{C}(\text{CH}_2\text{NH}_2)\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$
27. $\text{HOCH}_2(\text{CF}_3)\text{C}=\text{C}(\text{CH}_2\text{OH})\text{CH}_2\text{Cl}$
28. $\text{CH}_3(\text{JCH}_2)\text{C}=\text{C}(\text{CH}_2\text{CN})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
29. $\text{HOCH}_2\text{CH}_2(\text{Br})\text{C}=\text{C}(\text{CH}_2\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{COOH}$
30. $\text{HOOCCH}_2(\text{CH}_3)\text{C}=\text{C}(\text{CH}_2\text{Cl})\text{CH}(\text{CH}_3)_2$







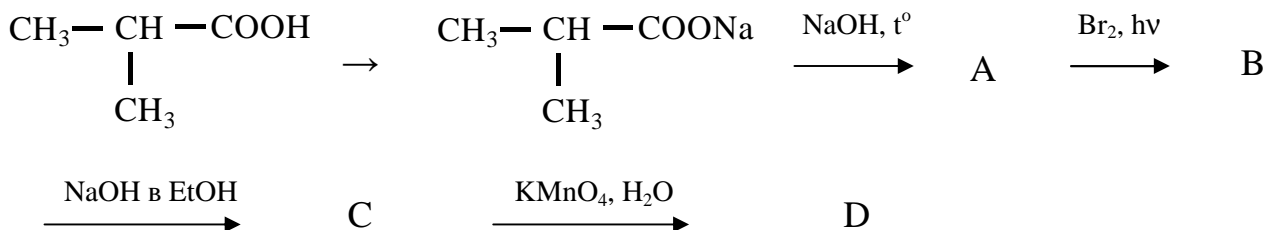




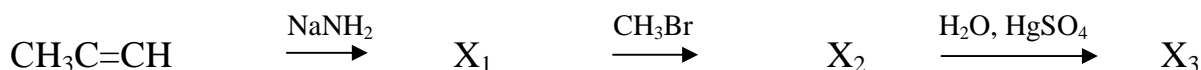
8. Пропан → пропен → хлорпропан → пентен → пентанол

9. Этан → этен → этанол → этен → хлорэтан → бутан

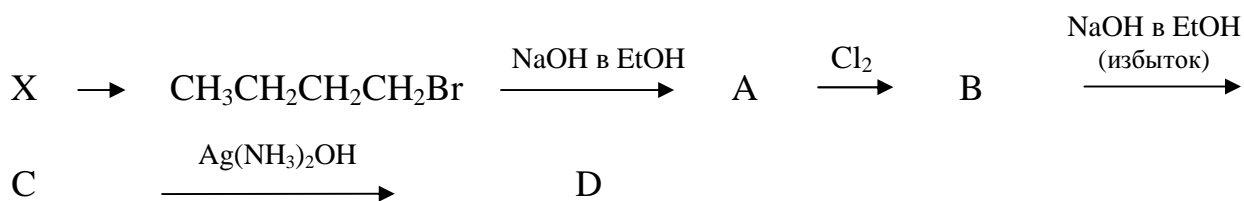
10.



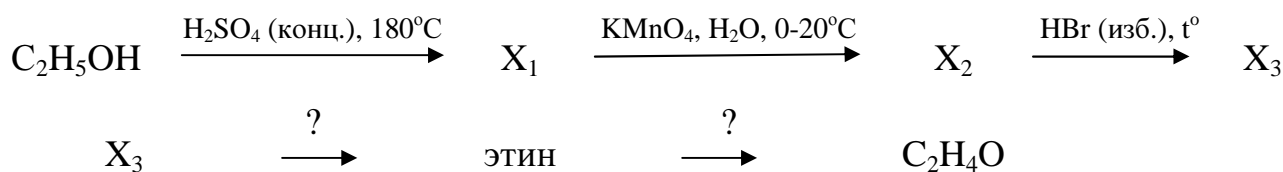
11.



12.



13.

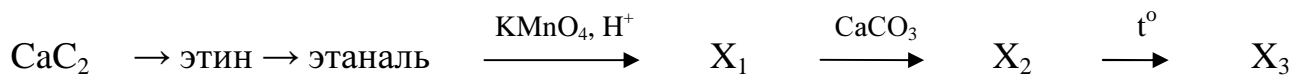


14. $\text{CH}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{Br} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$

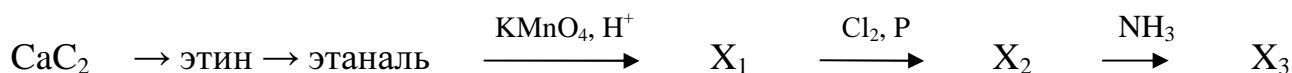
15. $\text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_3 \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Br-CH}_2\text{Br} \rightarrow \text{CH}\equiv\text{CH}$

16. ацетат калия → этан → X → этанол → диэтиловый эфир

17.



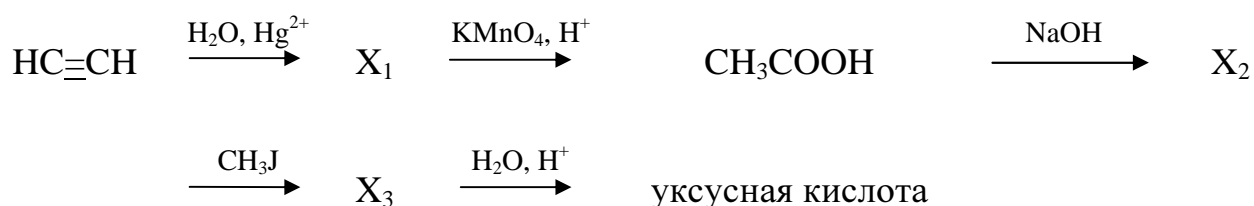
18.



19.

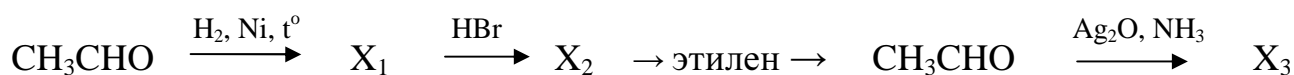


20.

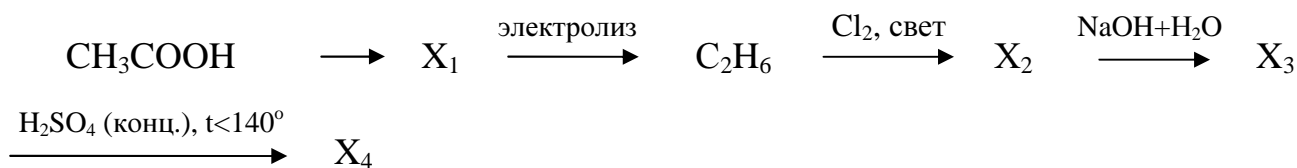


21. ацетальдегид \rightarrow ацетат калия \rightarrow этановая кислота \rightarrow этилацетат \rightarrow ацетат кальция \rightarrow ацетон

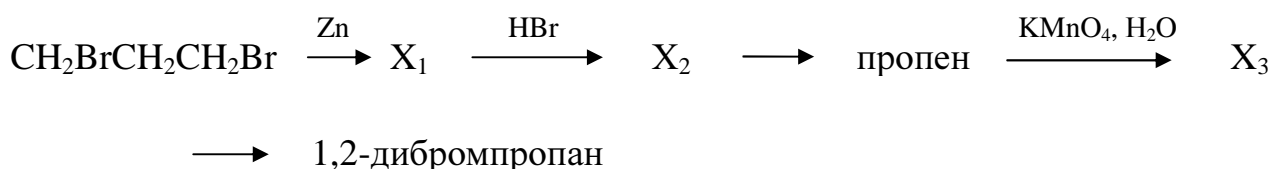
22.



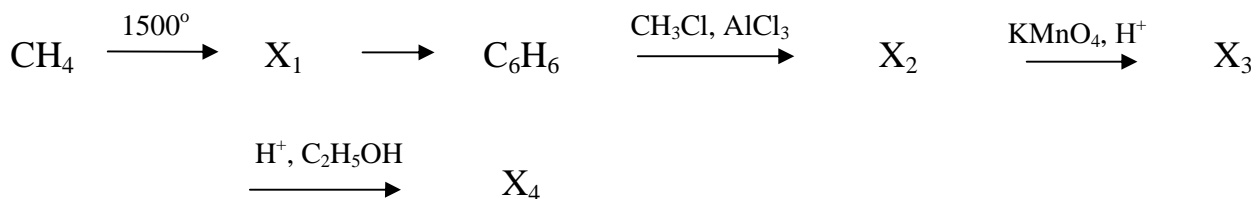
23.



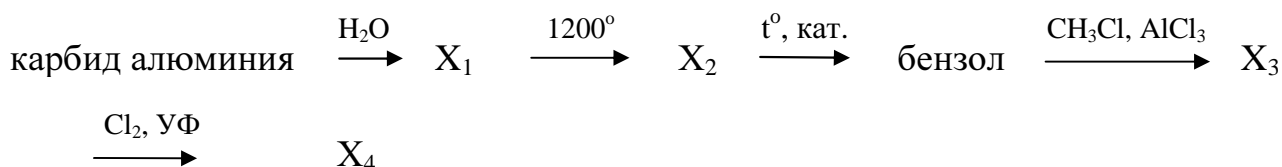
24.



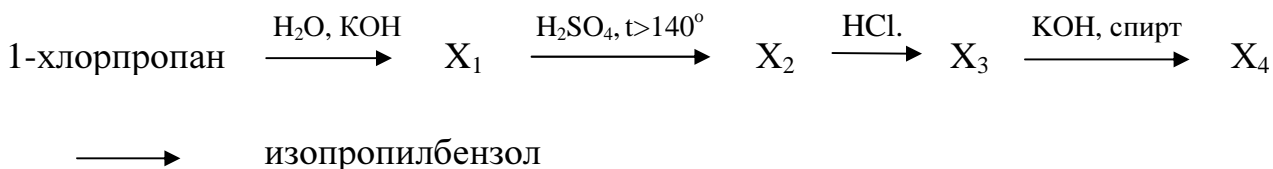
25.



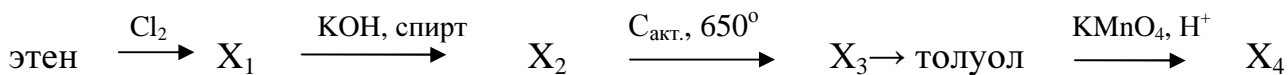
26.



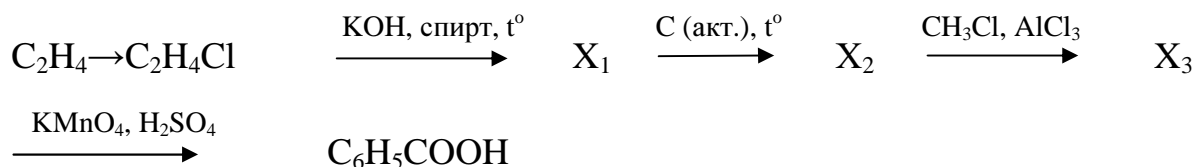
27.



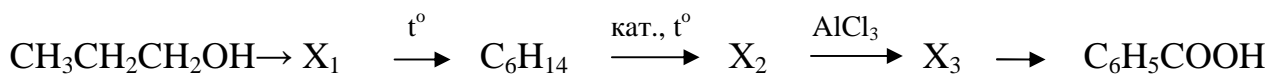
28.



29.

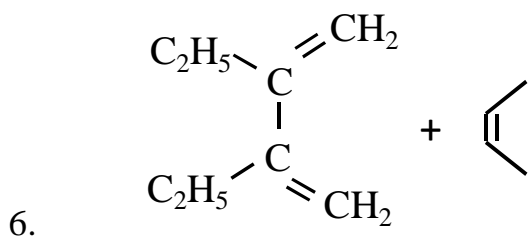
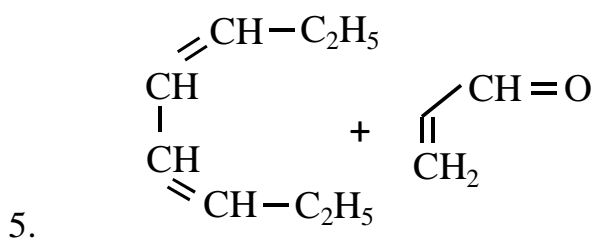
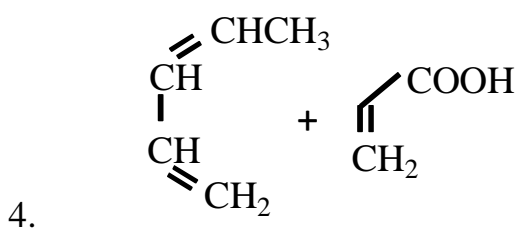
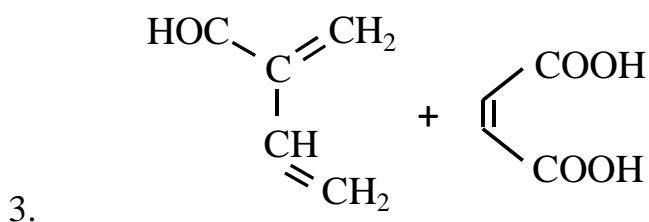
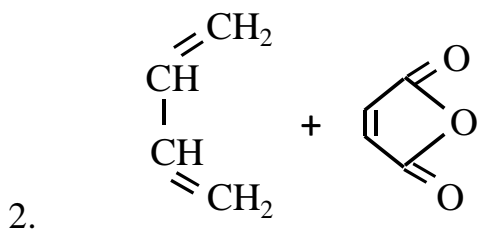
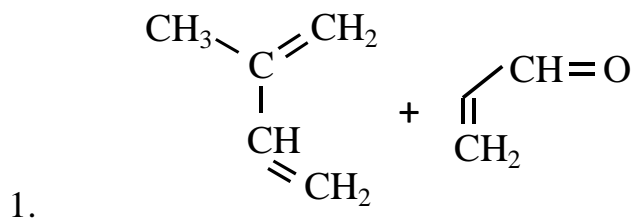


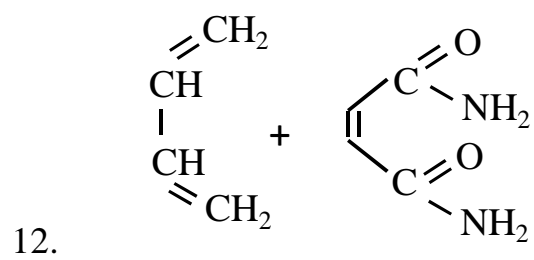
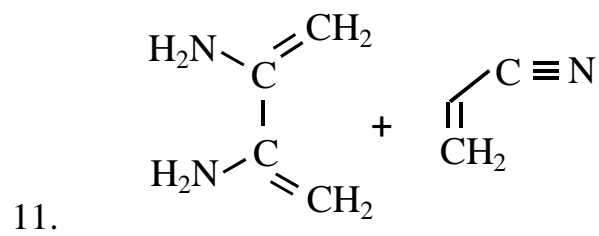
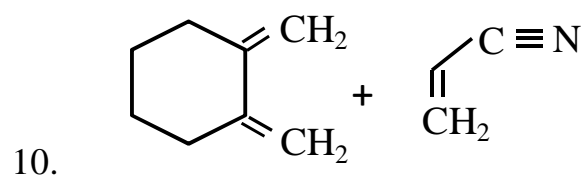
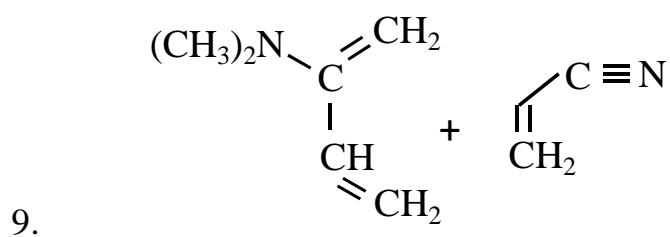
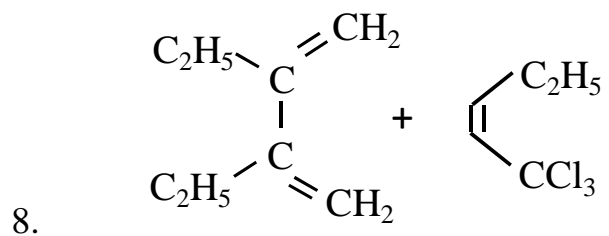
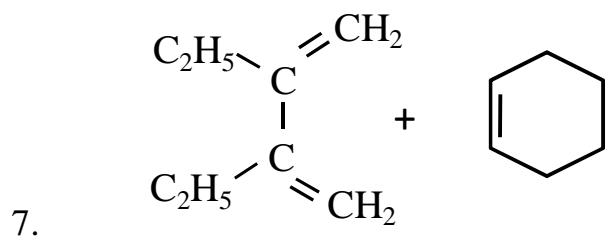
30.

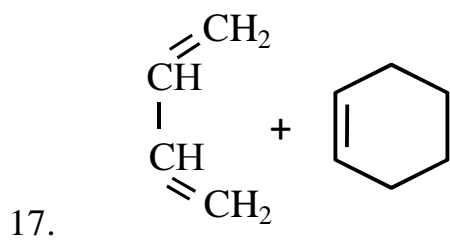
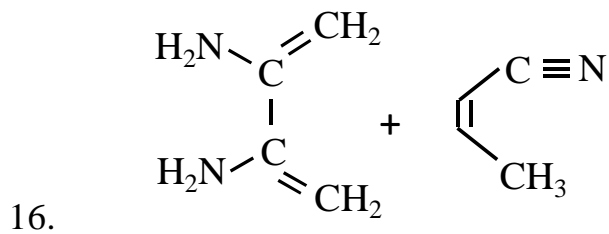
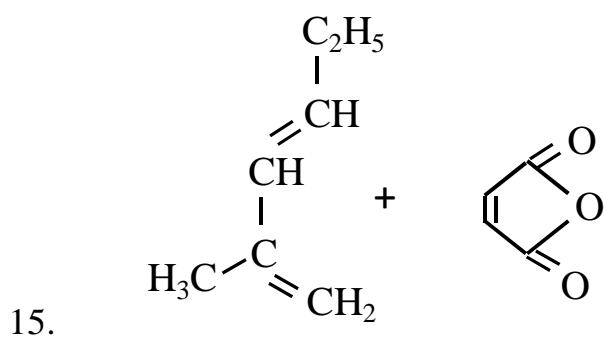
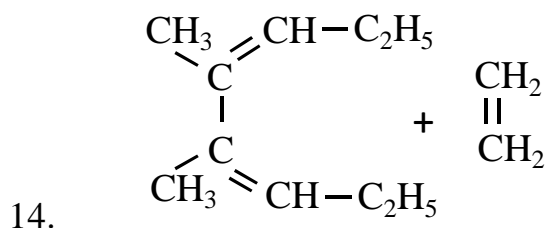
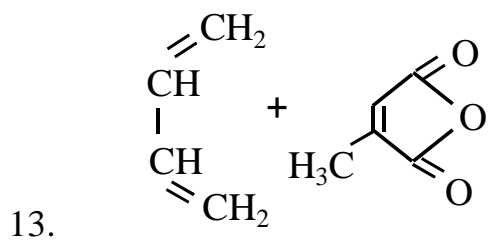


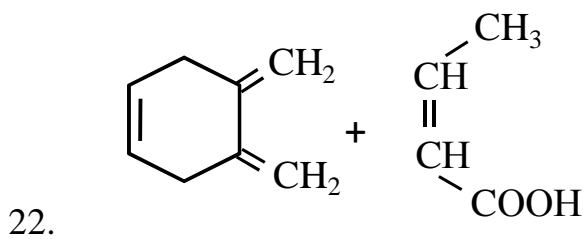
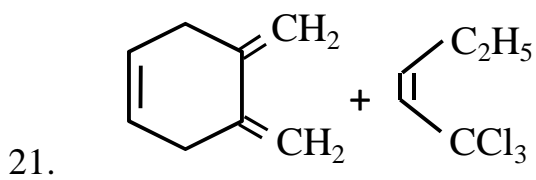
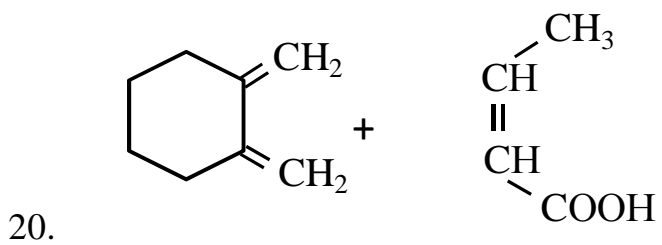
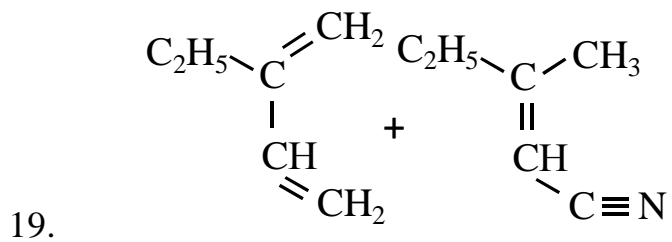
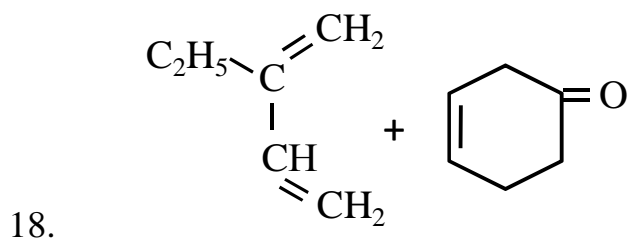
IV. Диеновый синтез Дильса-Альдера

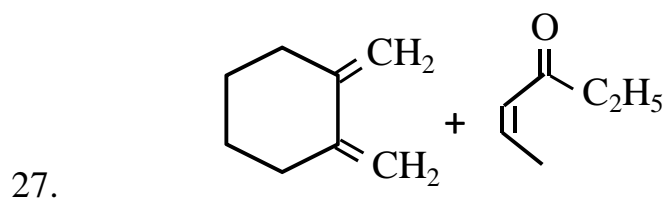
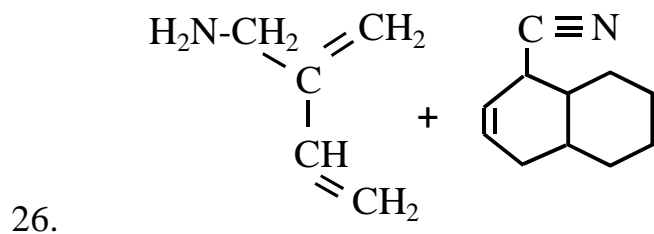
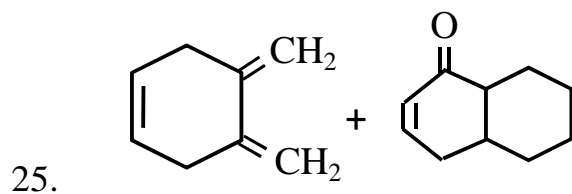
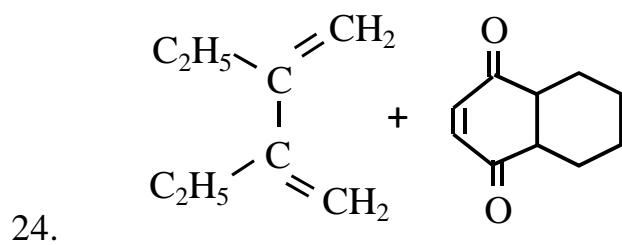
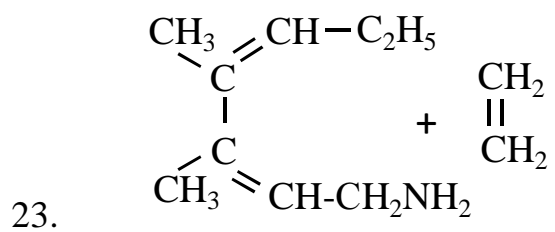
Изобразите структурную формулу продукта взаимодействия следующих соединений. Предположите, насколько легко будет протекать данная реакция.

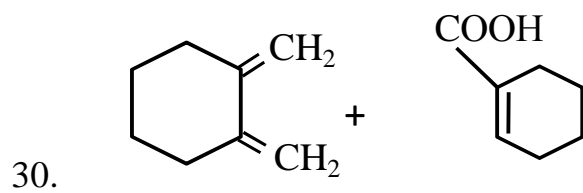
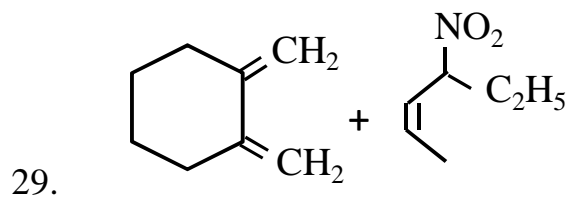
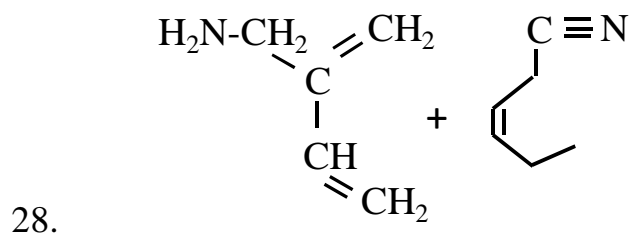












Практические задания к изучению темы «Теория ароматического состояния»

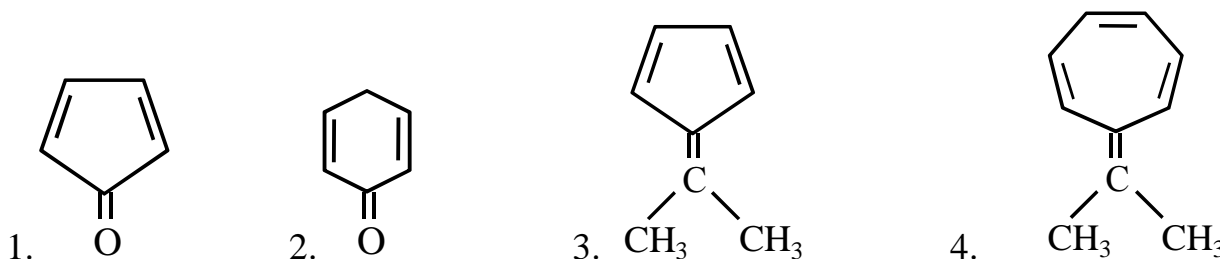
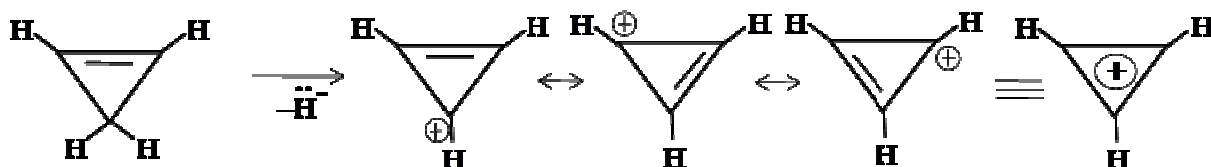
К ароматическим относятся ненасыщенные циклические системы, имеющие циклическую делокализацию π -электронов и характеризующиеся высокой энергией стабилизации. Согласно *правилу Хюккеля*, ароматическими будут плоские моноциклические системы, у которых в циклическом сопряжении принимает участие $(4n+2)$ π -электронов, где $n=0, 1, 2, 3$ и т.д. Такие же системы с числом электронов $4n$ являются антиароматическими. В этом случае делокализация электронов приводит к повышению энергии системы, а значит, невыгодна. Правило Хюккеля применимо как к заряженным, так и к нейтральным системам.

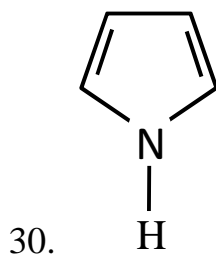
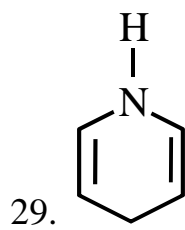
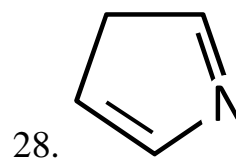
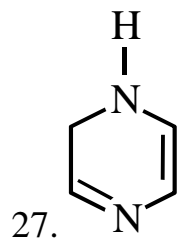
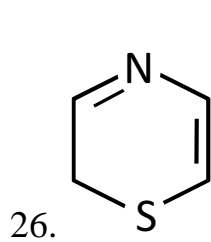
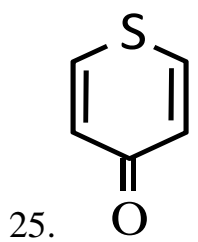
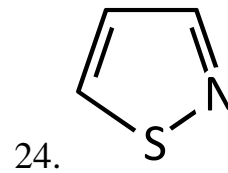
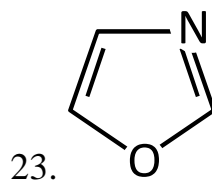
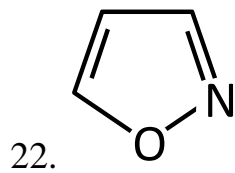
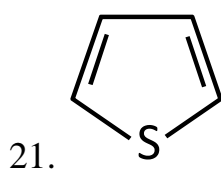
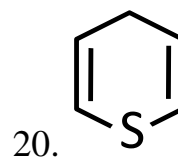
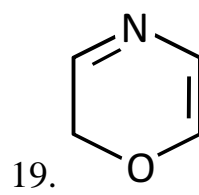
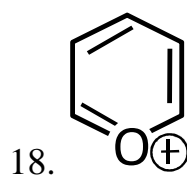
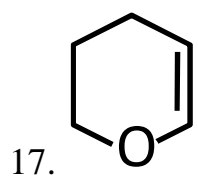
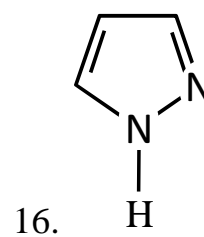
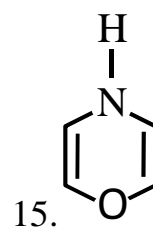
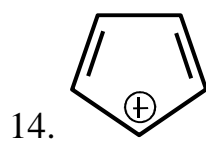
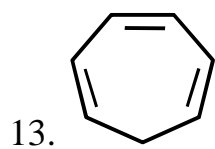
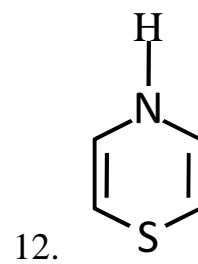
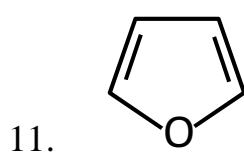
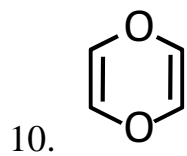
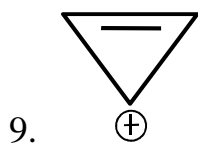
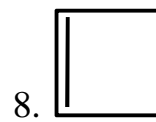
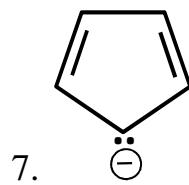
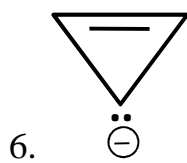
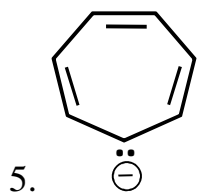
Задания

Используя правило Хюккеля, обоснуйте, является ли следующее соединение ароматическим. Если нет, укажите путь превращения его в ароматическое.

Пример выполнения задания

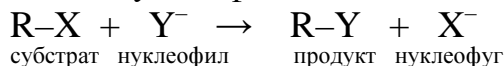
Циклопропен не отвечает структурным признакам ароматичности из-за отсутствия циклической делокализации π -электронов (наличие одного sp^3 -гибризованного атома углерода). Однако катион циклопропенилия, полученный из циклопропена при отщеплении гидрид-иона, может быть ароматическим. Такой процесс с образованием трехцентровой молекулярной орбитали, занятой двумя π -электронами, может оказаться энергетически выгодным.





Практические задания к изучению темы «Реакции нуклеофильного замещения в галогеналканах»

В общем виде реакцию нуклеофильного замещения можно представить следующей схемой:



В качестве нуклеофила может выступать как анион, так и нейтральная молекула, обладающая хотя бы одной неподеленной парой электронов.

$\text{Y} = \text{H}_2\text{O}, \text{ROH}, \text{H}_2\text{S}, \text{RSH}, \text{NH}_3, \text{NR}_3, \text{OH}^-, \text{OR}^-, \text{CN}^-, \text{NO}_2^-$ и др.

Замещаемая группа X (уходящая группа или нуклеофуг) обычно обладает высокой электроотрицательностью и может уходить как в виде аниона, так и в виде незаряженной молекулы, отщепляясь с электронами нарушающейся связи.

$\text{X} = \text{Hal}^-, \text{OH}^-, \text{OR}^-, \text{OSO}_2\text{OR}^-, \text{OCOR}^-, \text{NH}_3^+, \text{NR}_3^+, \text{OH}_2^+, \text{SR}_2^+$ и др.

Реакция замещения у sp^3 -гибридизованного атома углерода может протекать по S_N1 и S_N2 –механизмам. Анализ факторов, способствующих протеканию реакции по одному из механизмов, можно осуществить, пользуясь табл. 4.

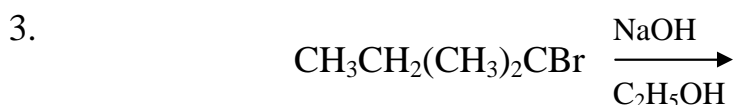
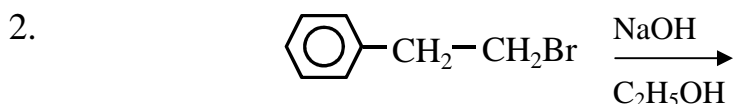
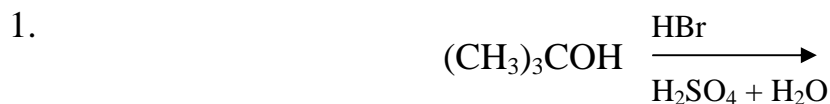
Таблица 4

Факторы, влияющие на реализацию мономолекулярного или бимолекулярного механизма замещения

	S_N1	S_N2
Тип радикала	Третичный объемный, содержащий электронодонор	Первичный небольшой, содержащий электроноакцептор
Уходящая группа	Хорошо уходящая	Плохо уходящая
Тип реагента	Слабый, нейтральный нуклеофил	Сильный, заряженный нуклеофил
Растворитель	Полярный	Малополярный апротонный

Задания

Проанализируйте наиболее вероятные пути протекания реакции в указанной системе и запишите уравнения. Приведите вероятные схемы механизма реакции.



4. $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{CH}_3)\text{Br} \xrightarrow[\text{CH}_3\text{OH}]{\text{NaOH}}$
5. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} \xrightarrow[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]{\text{NaOH}}$
6. $(\text{CH}_3)_2\text{CHCl} \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}}$
7. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CCl} \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}}$
8. $(\text{CH}_3)_3\text{CCl} \xrightarrow[\text{CH}_3\text{OH}]{\text{NaOH}}$
9. $(\text{CH}_3)_3\text{CJ} \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}}$
10. $(\text{CH}_3)_2\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CHBr} \xrightarrow[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]{\text{NaOH}}$
11. $\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}_3)\text{CHCl} \xrightarrow[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}}$
12. $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Cl} \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}}$
13. $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{Br})\text{CH}_3 \xrightarrow[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]{\text{NaOH}}$
14. $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH} \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{HBr}}$
15. $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{Br} \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}}$

Практические задания к изучению темы «Планирование органического синтеза»

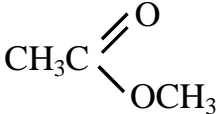
Задание I

Предложите способ осуществления следующего превращения исходного вещества в желаемый продукт. Может потребоваться несколько стадий. Используйте любые необходимые реагенты.

1. Метан → метилхлорид
2. Метилхлорид → метилйодид
3. Метилйодид → метиловый спирт (CH_3OH)
4. Метилйодид → метиламин (CH_3NH_2)
5. 2-метилпропан → трет-бутилхлорид
6. Трет-бутилхлорид → метил-трет-бутиловый эфир ($(\text{CH}_3)_3\text{COCH}_3$)
7. Метан → ацетонитрил (CH_3CN)
8. 2,2-диметилпропан → 1-хлор-2,2-диметилпропан
9. 2,2-диметилпропан → 2-метил-2-бутанол
10. $\text{C}_6\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2$
11. $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{COOH}$
12. $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COOC}_2\text{H}_5$
13. Фталевый ангидрид → фталимид
14. Фталевый ангидрид → фенолфталеин
15. Бензол → этилсалицилат
16. Анилин → *n*-нитробензойная кислота
17. *o*-ксилол → диметилфталат
18. Этилен → янтарный ангидрид
19. Уксусная кислота → ацетамид
20. Пропионат натрия → ангидрид пропионовой кислоты

Задание II

Предложите комбинацию нуклеофила и субстрата, которая приведет к следующим продуктам.

1. $(\text{CH}_3)_3\text{N}$
2. 
3. CH_3NH_2
4. $\text{CH}_3\text{OC}(\text{CH}_3)_3$
5. CH_3OCH_3
6. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$
7. $\text{CH}_3\text{CHICH}_3$
8. CH_3OH
9. $(\text{CH}_3)_2\text{CHCl}$

10. CH_3CN
11. $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_3$
12. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{N}_3$
13. $(\text{CH}_3)_3\text{S}^+\text{Br}^-$
14. $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{OCH}_3$
15. $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$
16. $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CC}(\text{CH}_3)_3$
17. CH_3SCH_3
18. $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CN})\text{CH}_3$
19. $\text{NC}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
20. $\text{CH}_3\text{CHJCH}_2\text{CH}_3$

Практические задания к изучению темы «Спирты, фенолы»

Осуществите следующие превращения, назовите типы химических реакций

- | | | | |
|----|-----------------------|---|--|
| 1 | бензол | → | м-нитрофенол |
| 2 | толуол | → | п-гидроксибензойная кислота |
| 3 | бензол | → | пикриновая кислота (о,о,п-тринитрофенол) |
| 4 | бензол | → | 2,4,6-трибромфенол |
| 5 | бензол | → | 4-хлор-3-нитрофенол |
| 6 | нитробензол | → | м-нитрофенол |
| 7 | бензол | → | резорцин (м-дигидроксибензол) |
| 8 | о-хлортолуол | → | о-крезол (2-метилфенол) |
| 9 | бензол | → | м-бромбензол |
| 10 | п-толуолсульфокислота | → | п-крезол |
| 11 | бензолсульфокислота | → | м-нитрофенол |
| 12 | бензол | → | бензиловый спирт |
| 13 | бензол | → | этилбензол |
| 14 | бензол | → | ацетофенон |
| 15 | анилин | → | 2,4,6-триброманилин |

Практические задания к изучению темы «Альдегиды. Кетоны»

Задание I

Напишите структурную формулу следующего соединения. Напишите уравнения реакций его получения и последующего взаимодействия с гидросульфитом натрия и синильной кислотой:

- 1) 3-метилбутаналь
- 2) 2,3-диметилпентаналь
- 3) 2-бутанон
- 4) 2-пентанон
- 5) 2-этилпентаналь
- 6) 2,4-диметилгексаналь
- 7) 3-метил-2-гексанон
- 8) 3-этилгексаналь
- 9) 2,4-диметилпентаналь
- 10) 3,3-диметилгексаналь
- 11) 2,4-диметил-3-пентанон
- 12) 3-метил-2-бутанон
- 13) 3,3-диметилбутаналь
- 14) 2-метилбутаналь
- 15) 2,2-диметилпентаналь

Задание II

Для того же самого соединения напишите уравнения реакций окисления реактивом Фелинга или более сильным окислителем. Укажите конкретные окислители и условия реакций.

Практические задания к изучению темы «Карбоновые кислоты»

Карбоновые кислоты — класс органических соединений, молекулы которых содержат одну или несколько функциональных карбоксильных групп -COOH. По международной номенклатуре ИЮПАК, карбоновые кислоты называют, выбирая за основу наиболее длинную углеродную цепочку, содержащую группу -COOH и добавляя к названию соответствующего углеводорода окончание «овая» и слово «кислота». При этом атому углерода, входящему в состав карбоксильной группы, присваивается первый номер. Например, $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$ — пропановая кислота. Более подробно порядок построения названий карбоновых кислот изложен в методической разработке Колякина Е.В., Павловская М.В. Номенклатура и изомерия органических соединений. Часть 1 // Нижний Новгород. – 2003. – 32 с.

Задание I. *Номенклатура, получение и химические свойства карбоновых кислот.*

1 вариант

1. Напишите структурные формулы следующих кислот:

- а) 2-хлорпропановая, б) 3-метилбутановая в) 2,2 – диметилпропановая
г) этановая. Какие из них являются изомерами?

2. Напишите уравнения реакции получения уксусной кислоты тремя способами.

3. При восстановлении уксусной кислоты йодистым водородом образуются этан, вода и йод. Составьте уравнение этой реакции.

2 вариант

1. Составьте формулы трех возможных изомеров состава $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ и дайте им названия.

2. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить пропановую кислоту из бромистого пропила.

3. Напишите уравнение реакции протекающей между муравьиной кислотой и цинком, назовите продукты реакции.

3 вариант.

1. Каково строение карбоксильной группы, как оно сказывается на свойствах карбоновых кислот?

2. Напишите уравнения реакций между а) муравьиной кислотой и карбонатом натрия, б) уксусной кислотой и хлором.

3. Как различить между собой уксусную и муравьиную кислоту?

Ответ подтвердите уравнением реакции.

4 вариант

1. Составьте структурные формулы двух межклассовых изомеров 2-метилпропионовой кислоты.
2. Покажите генетическую связь между карбоновыми кислотами, спиртами и альдегидами на примере бутановой кислоты.
3. Что произойдет, если на раствор ацетата калия подействовать соляной кислотой. Ответ подтвердите уравнением реакции.

5 вариант

1. Составьте формулы возможных изомеров состава $C_5H_{10}O_2$ и дайте им названия.
2. Напишите уравнения реакции получения муравьиной кислоты: а) путем каталитического окисления метана, б) из оксида углерода (II) и гидроксида натрия.
3. Запишите 2-3 примера реакций, которые подтверждают наличие общих кислотных свойств уксусной кислоты.

6 вариант

1. Составить формулу пентен-2-овой кислоты. Для этого вещества составить формулы изомеров и назвать их.
2. Каким образом можно осуществить реакции: ацетат натрия \rightarrow уксусная кислота \rightarrow хлоруксусная кислота? Напишите уравнения реакций.
3. Каковы способы получения непредельных кислот? Приведите уравнения реакций.

7 вариант

1. Каковы особые свойства муравьиной кислоты? Объясните причины.
2. Как можно получить пропионовую кислоту из бромэтана? Возможно использование двух различных цепочек превращений.
3. Предложите способ получения янтарной кислоты: а) из этилена, б) из акрилонитрила.

8 вариант

1. Каковы виды изомерии непредельных карбоновых кислот? Приведите примеры структурных формул и назовите соединения.
2. Напишите схему превращений, с помощью которой из 3,3,3-трихлорпропена можно получить 3-гидроксипропановую кислоту. Укажите условия проведения реакций.
3. Напишите уравнение реакции 2,2,4-триметилпентанола-3 с уксусной кислотой в присутствии H_2SO_4 .

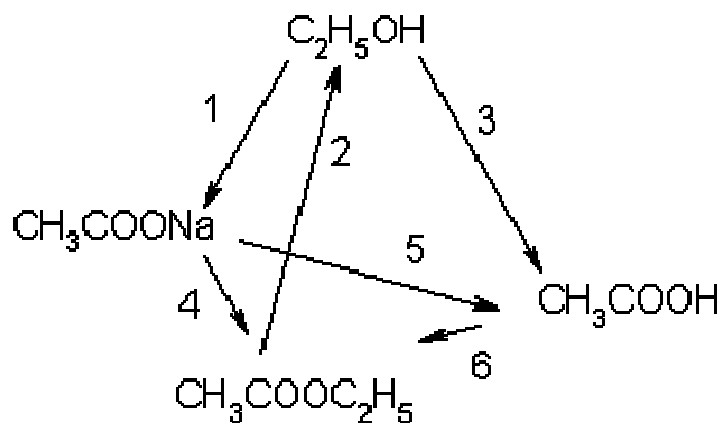


Схема 1.

9 вариант

1. Составить формулу вещества по названию: 5-метилгексен-3-овая кислота. Привести возможные изомеры и указать виды изомерии.
2. Напишите уравнения реакций, соответствующих превращениям 1, 5 (схема 1). Укажите условия протекания реакций.
3. Напишите схему реакции бензилового спирта с уксусной кислотой в присутствии H_2SO_4 . Назовите продукты реакции.

10 вариант

1. Составить формулу вещества по названию: 2,3-диметилбутановая кислота. Привести возможные изомеры и указать виды изомерии.
2. Напишите уравнения реакций, соответствующих превращениям 5, 6 (схема 1). Укажите условия протекания реакций.
3. Напишите схему реакции ацетилирования салициловой кислоты.

11 вариант

1. Изобразить пространственные формулы оптических изомеров 2-метилбутановой кислоты. Объяснить существование этих изомеров. Какие еще изомеры есть у данной кислоты?
2. Напишите уравнения реакций, соответствующих превращениям 3, 6 (схема 1). Укажите условия протекания реакций.
3. Напишите схему реакции этерификации салициловой кислоты этиловым спиртом.

12 вариант

1. Пимелиновая кислота имеет формулу $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_5-\text{COOH}$. Изобразите все возможные изомеры пимелиновой кислоты и назовите их.
2. Напишите уравнения реакций, соответствующих превращениям 6, 2 (схема 1). Укажите условия протекания реакций.
3. Напишите схемы получения производного бензойной кислоты – хлористого бензоила (три способа).

13 вариант

1. Изобразите структурные формулы всех незамещенных бензолдикарбоновых кислот. Дайте им названия в соответствии с различными известными вам номенклатурами.
2. Напишите уравнения реакций, соответствующих превращениям 4, 2 (схема 1). Укажите условия протекания реакций.
3. Напишите схемы получения производного бензойной кислоты – ангидрида (два способа).

14 вариант

1. Субериновая кислота имеет формулу $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_6-\text{COOH}$. Изобразите изомеры данной кислоты и назовите их.
2. Напишите уравнения реакций, соответствующих превращениям 2, 3 (схема 1). Укажите условия протекания реакций.
3. Напишите схему получения производного бензойной кислоты – *N*-фенилбензамида.

15 вариант

1. Изобразите структурные формулы всех возможных изомеров *n*-толуиловой кислоты. Дайте названия изображенным соединениям.
2. Напишите уравнения реакций, соответствующих превращениям 2, 1 (схема 1). Укажите условия протекания реакций.
3. Напишите схемы получения производного бензойной кислоты – бензилбензоата (два способа).

За редкими исключениями карбоновые кислоты являются слабыми. Величина pK_a большинства алифатических кислот около 4.5-5.0. Константа диссоциации замещенных карбоновых кислот может иметь величину, значительно отличающуюся от pK_a соответствующей незамещенной кислоты. Электроноакцепторные заместители, в т. ч. кратные связи, стабилизирующие карбоксилатный анион, увеличивают кислотность, электронодонорные снижают ее. Действие электронодонорных заместителей, однако, значительно меньше. Влияние заместителя быстро падает по мере его отдаления от группы COO^- . Ди- и трикарбоновые кислоты более сильные, чем монокрбоновые.

Задание II. Сила карбоновых кислот

Для выполнения задания II можно воспользоваться данными табл. 5.

Таблица 5

Значения констант диссоциации и pK_a некоторых органических кислот

Кислота	K_a	pK_a
Акриловая	5.5×10^{-5}	4.26
Аминоуксусная	1.66×10^{-10}	9.78
Бензойная	6.17×10^{-5}	4.21
Винилуксусная	3.8×10^{-5}	-
Дихлоруксусная	5.6×10^{-2}	-
Кротоновая	2.0×10^{-5}	-
Малоновая по 1-й ступени	1.24×10^{-3}	2.85
по 2-й ступени	2.07×10^{-6}	5.7
Масляная	1.5×10^{-5}	-
Миндальная	3.89×10^{-4}	3.41
Муравьиная	6.1×10^{-4}	-
Нитроуксусная	-	1.68
Пропионовая	1.3×10^{-5}	-
Тетроновая	1.3×10^{-3}	-
Трихлоруксусная	5.01×10^0	0.7
Уксусная	1.74×10^{-5}	4.76
Хлоруксусная	1.38×10^{-3}	2.86
Щавелевая по 1-й ступени	5.62×10^{-2}	1.25
по 2-й ступени	5.37×10^{-5}	4.27
Яблочная по 1-й ступени	3.47×10^{-4}	3.46
по 2-й ступени	8.91×10^{-6}	5.05
Янтарная по 1-й ступени	6.17×10^{-5}	4.21
по 2-й ступени	2.34×10^{-6}	5.63

1. Расположите в ряд по увеличению кислотности следующие соединения:

уксусная кислота

ацетилен

этан

этанол

вода

2. Расположите в ряд по увеличению кислотности следующие алифатические кислоты:

уксусная

хлоруксусная

трифторуксусная

3-хлорпропановая

муравьиная

3. Расположите в ряд по увеличению кислотности следующие ароматические карбоновые кислоты n -X-C₆H₄COOH:

бензойная X=H

терефталевая X=COOH

толуиловая X=CH₃

n -фтор бензойная X=F

n -аминобензойная X=NH₂

4. Расположите в ряд по увеличению кислотности следующие карбоновые кислоты:

2-фенилуксусная

2-фенилпропановая

2-(4-хлорфенил)уксусная

2-фенил-2-хлоруксусная

2-нитро-2-фенилуксусная

5. Расположите кислоты в ряд в порядке возрастания их силы:

хлоруксусная

пропионовая

уксусная

угольная

серная

6. Расположите в ряд по увеличению кислотности следующие соединения:

серная кислота

янтарная кислота

этилен

фенол

угольная кислота

7. Расположите в ряд по увеличению кислотности следующие алифатические кислоты:

нитроуксусная
малоновая
муравьиная
щавелевая
фторуксусная

8. Расположите в ряд по увеличению кислотности следующие ароматические карбоновые кислоты n -X-C₆H₄COOH:

бензойная X=H
 n -нитробензойная X=NO₂
 n -хлорбензойная X=Cl
 n -трифторметилбензойная X=CF₃
 n -гидроксibenзойная X=OH

9. Расположите в ряд по увеличению кислотности следующие соединения:

пропионовая кислота
винилуксусная кислота
миндальная кислота
этин
2,4-дихлорфенол

10. Расположите в ряд по увеличению кислотности следующие кислоты:

муравьиная
хлоруксусная
винилуксусная
щавелевая
бензойная

11. Найдите химические формулы следующих кислот и расположите кислоты в ряд по увеличению их силы:

масляная
тетроновая
хлоруксусная
малоновая
фторуксусная

12. Найдите химические формулы следующих кислот и расположите соединения в ряд по увеличению кислотности:

арахидоновая
лимонная
линолевая
малеиновая

13. Расположите в ряд по увеличению кислотности следующие соединения:

дистиллированная вода

аллиловый спирт

муравьиная кислота

щавелевая кислота

бензиловый спирт

14. Найдите химические формулы следующих кислот и обоснуйте ряд увеличения кислотности:

яблочная кислота

фумаровая кислота

бензойная

салициловая

15. Найдите химические формулы следующих непредельных кислот. Расположите кислоты в ряд по увеличению кислотности:

акриловая

винилуксусная

сорбиновая

метакриловая

котоновая

Задание III. Способы получения карбоновых кислот

1. Используя только неорганические реагенты, превратите 2-метилпропанол в 3-метилбутановую кислоту (2 способа).

2. В Вашем распоряжении имеются этанол, окись этилена и любые неорганические реагенты. Предложите способ синтеза масляной (бутановой) кислоты.

3. Из этанола, циклогексанола и неорганических реагентов получите 2-циклогексилуксусную кислоту.

4. Из ацетона, метанола и неорганических реагентов получите 2,2-диметилпропановую (триметилуксусную, пивалевую) кислоту.

5. Используя любые необходимые реагенты, превратите 2-циклогексилуксусную кислоту в циклогексанкарбоновую кислоту. Как осуществить обратное превращение?

6. Из толуола и неорганических реагентов получите 2-фенилуксусную кислоту (2 способа).
7. В Вашем распоряжении имеются ацетон, *n*-бутилхлорид и любые неорганические реагенты. Предложите способ синтеза 2,2-диметилгексановой кислоты.
8. Из циклогексанола и неорганических реагентов получите циклогексен-2-карбоновую кислоту.
9. Получите 3,3-диметилбутановую кислоту, исходя из а) неопентана; б) ацетона. При решении задачи можно использовать любые необходимые реагенты.
10. Из пропилена и любых других необходимых реагентов получите 4-оксопентановую и 5-оксогексановую кислоты.
11. Используя любые необходимые реагенты, превратите 5-бром-2-метилгексанон-2 в 2,2-диметил-5-оксогексановую кислоту.
12. Из пропанола-1 и неорганических реагентов получите 2-метилпентен-2-овую кислоту.
13. Используя любые необходимые реагенты, превратите 5-бром-2-этилциклогексанкарбальдегид в 3-формил-4-этилциклогексанкарбоновую кислоту.
14. Предложите способы синтеза циклопентен-1-, циклопентен-2- и циклопентанкарбоновых кислот, исходя из циклогексанола.
15. Из ацетальдегида и любых необходимых реагентов получите *трис*(гидроксиметил)уксусную кислоту.

ЛИТЕРАТУРА

1. Травень В.Ф. Органическая химия. Учебное пособие для вузов. В 3-х томах. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – Т. I. – 368 с. – Т. II. – 517 с. – Т. III. – 388 с.
2. Колякина Е.В., Павловская М.В. Номенклатура и изомерия органических соединений. Часть 1. Учебно-методическое пособие.–Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2003. – 32 с.
3. Гришин Д.Ф., Скатова А.А. Введение в органическую химию. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, – 2000. – 28 с.

Елена Николаевна **Федосеева**

УПРАЖНЕНИЯ И ЗАДАНИЯ ПО КУРСУ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Учебно-методическое пособие

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский
государственный университет им. Н.И. Лобачевского».
603950, Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23.