

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра технологии органических веществ и нефтехимии

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Методические указания к практическим занятиям
для студентов специальности СПО
18.02.12 Технология аналитического контроля
химических соединений

Составитель Г. Г. Боркина

Утверждены на заседании кафедры
Протокол № 2 от 01.11.2018
Рекомендованы к изданию
цикловой методической комиссией
общепрофессиональных дисциплин
Протокол №4 от 30.11.2018

Электронная версия находится
в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2019

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Методические указания предназначены для студентов специальности СПО 18.02.12 Технология аналитического контроля химических соединений, изучающих дисциплину «Органическая химия».

Дисциплина базируется на знаниях, усвоенных студентами при изучении таких дисциплин, как химия, физика, математика.

2. ЦЕЛЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Целью проведения практических занятий по органической химии является закрепление теоретических знаний и содействие в выработке у студентов навыков применения полученных знаний для решения практических задач.

3. ТЕМЫ И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Темы, рассматриваемые на практических занятиях, представлены в таблице:

Наименование темы	Содержание практических занятий
Тема 1. Элементный анализ органических веществ.	Практическое занятие №1: Решение упражнений по установлению формул органических веществ.
Тема 2. Общие вопросы теории химического строения органических соединений.	Практическое занятие №2: Решение упражнений на определение факторов, определяющих реакционную способность (электронные эффекты) органических соединений. Решение задач на расчёт выхода продукта реакции и количества затраченного вещества.
Тема 3. Предельные углеводороды (алканы, циклоалканы).	Практическое занятие №3: Решение упражнений по изомерии, номенклатуре и химическим свойствам предельных углеводородов.

<p>Тема 4. Непредельные углеводороды (алкены, алкины, алкадиены).</p>	<p>Практическое занятие №4: Решение упражнений по номенклатуре и химическим свойствам непредельных углеводородов.</p> <p>Практическое занятие №5: Решение упражнений на составление цепочек реакций взаимного перехода алканов, алкадиенов, алкенов, алкинов.</p>
<p>Тема 5. Ароматические углеводороды.</p>	<p>Практическое занятие №6: Решение упражнений по номенклатуре и химическим свойствам ароматических углеводородов. Решение упражнений на реакции электрофильного замещения в бензольном ядре.</p> <p>Практическое занятие №7: Выполнение упражнений на решение цепочек химических превращений ароматических углеводородов.</p>
<p>Тема 6. Галогенопроизводные углеводородов.</p>	<p>Практическое занятие №8: Решение упражнений на изучение номенклатуры и химических свойств галогенопроизводных. Составление реакций нуклеофильного замещения. Выполнение упражнений на решение цепочек реакций превращения галогенопроизводных.</p>
<p>Тема 7. Гидроксильные соединения.</p>	<p>Практическое занятие №9: Решение упражнений на изучение номенклатуры и способов получения спиртов.</p> <p>Практическое занятие №10: Выполнение упражнений на решение уравнениями цепочек реакций превращений спиртов. Составление цепочек реакций синтеза спиртов различного строения.</p>
<p>Тема 8. Карбонильные соединения (оксосоединения). Альдегиды и кетоны.</p>	<p>Практическое занятие №11: Решение упражнений на составление структурных формул альдегидов и кетонов, закрепление знаний номенклатуры. Выполнение упражнений на изучение способов получения и химических свойств альдегидов и кетонов.</p>

	Практическое занятие №12: Составление уравнений реакций присоединения и замещения для оксосоединений, альдольной конденсации для альдегидов и кетонов.
Тема 9. Карбоновые кислоты и их производные.	Практическое занятие №13: Решение упражнений на составление структурных формул одноосновных карбоновых кислот и их производных. Решение упражнений по номенклатуре и химическим свойствам одноосновных карбоновых кислот и их производных. Практическое занятие №14: Выполнение упражнений по решению цепочек химических превращений карбоновых кислот и их производных.
Тема 10. Азотсодержащие органические соединения (нитросоединения, амины, диазосоединения, белки).	Практическое занятие №15: Решение упражнений по номенклатуре, способам получения и свойств азотсодержащих органических соединений. Составление и решение цепочек химических превращений.

При выполнении упражнений и заданий на практических занятиях предварительно нужно изучить соответствующую тему по материалам лекционных занятий, и по какому-либо учебнику из списка рекомендуемой литературы [1-4]. Причем, необходимо обратить внимание на основные способы получения, химические свойства, условия реакций и на связь данного класса соединений с другими классами. Кроме того, можно использовать литературу, содержащую примеры решения заданий различного типа [5-7].

4. ЗАДАНИЯ И УПРАЖНЕНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

4.1. Элементный анализ органических веществ

1. Органическое вещество содержит углерод и водород, массовая доля (ω) которых составляет 84,21 % и 15,79 % соответственно. Плотность паров вещества по воздуху составляет 3,93. Определите формулу этого вещества.

Решение. Представляем формулу вещества в виде C_xH_y . Принимаем для расчетов образец вещества массой 100 г. Определяем массу и количество вещества углерода и водорода в этом образце:

$$m(C) = m(\text{вещества}) \cdot \omega(C) = 100 \text{ г} \cdot 0,8421 = 84,21 \text{ г};$$

$$m(H) = m(\text{вещества}) \cdot \omega(H) = 100 \text{ г} \cdot 0,1579 = 15,79 \text{ г};$$

$$n(C) = \frac{m(C)}{M(C)} = \frac{84,21}{12} \text{ моль} = 7,02 \text{ моль};$$

$$n(H) = \frac{m(H)}{M(H)} = \frac{15,79}{1} \text{ моль} = 15,79 \text{ моль}.$$

Находим отношение количеств веществ водорода и углерода входящих в состав соединения:

$$\frac{n(H)}{n(C)} = \frac{15,79}{7,02} = 2,25.$$

Это отношение равно отношению коэффициентов y и x :

$$\frac{n(H)}{n(C)} = \frac{y}{x} = 2,25. \quad (a)$$

Зная плотность паров углеводорода по воздуху, рассчитываем его молярную массу:

$$D_v = \frac{M(\text{углеводорода})}{29 \text{ г/моль}};$$

$$M(C_xH_y) = 29 \cdot D_v = 29 \text{ г/моль} \cdot 3,93 = 114 \text{ г/моль}.$$

Молярная масса может быть также представлена в виде:

$$M(C_xH_y) = M(C) \cdot x + M(H) \cdot y = 12x + y.$$

Получаем

$$12x + y = 114. \quad (б)$$

Решая систему уравнений (а) и (б), находим: $x = 8$, $y = 18$.

Ответ: C_8H_{18} – октан.

2. Массовая доля углерода в углеводороде составляет 83,33 %. Плотность паров углеводорода по водороду равна 36. Определите формулу углеводорода. Напишите структурные формулы всех изомеров этого углеводорода и назовите их.

3. Углеводород циклического строения, не имеющий ответвлений в циклической цепи, имеет плотность паров по воздуху 1,931. Массовая доля углерода в этом веществе составляет 85,7 %. Определите формулу углеводорода и напишите его структурную формулу.

4. Определите формулу алкана, который имеет плотность паров по воздуху 4,414.

5. Определите формулу вещества, содержащего углерода 77,4 %, водорода – 7,5 %, азота – 15,5 %. Масса одного литра этого вещества составляет 4,15 г.

6. При сжигании 8,6 г углеводорода получили 26,4 г оксида углерода (IV) и 12,6 г воды. Найдите молекулярную формулу этого углеводорода, если его плотность по отношению к воздуху составляет 2,97.

Решение. Зная плотность паров углеводорода по воздуху, рассчитываем его молярную массу:

$$M(C_xH_y) = 29 \text{ г/моль} \cdot D_v = 29 \text{ г/моль} \cdot 2,97 = 86 \text{ г/моль}.$$

Рассчитаем количество вещества углеводорода:

$$n(\text{углеводорода}) = \frac{m(\text{углеводорода})}{M(\text{углеводорода})} = \frac{8,6}{86 \text{ г/моль}} = 0,1 \text{ моль}.$$

Вычислим количество вещества H_2O и CO_2 , которые образовались при сжигании углеводорода:

$$n(H_2O) = \frac{m(H_2O)}{M(H_2O)} = \frac{12,6}{18 \text{ г/моль}} = 0,7 \text{ моль},$$

$$n(CO_2) = \frac{m(CO_2)}{M(CO_2)} = \frac{26,4}{44 \text{ г/моль}} = 0,6 \text{ моль}.$$

Так как в молекуле H_2O два атома водорода, поэтому в исходном углеводороде содержалось водорода:

$$n(\text{H}_2) = 0,7 \text{ моль} \cdot 2 = 1,4 \text{ моль}.$$

В молекуле CO_2 один атом углерода, значит, в исходном углеводороде содержалось атомов углерода:

$$n(\text{C}) = 0,6 \text{ моль}.$$

Соотношение количества вещества углеводорода и количества вещества, содержащихся в нем, углерода и водорода составит:

$$n(\text{углеводорода}):n(\text{C}):n(\text{H}) = 0,1 \text{ моль} : 0,6 \text{ моль} : 1,4 \text{ моль} \\ = 1 \text{ моль} : 6 \text{ моль} : 14 \text{ моль}.$$

(последнее соотношение получено путем деления на наименьшее значение – 0,1 моль).

Формула углеводорода C_6H_{14} – гексан.

7. При сжигании 2,25 г органического вещества получили 2,2 г оксида углерода (IV) и 0,45 г воды. Найдите молекулярную формулу этого соединения, если его относительная плотность по водороду составляет 45.

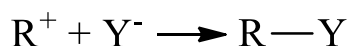
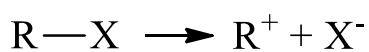
8. При сгорании 1,76 г органического вещества получили 3,52 г оксида углерода (IV) и 1,44 мл воды. Найдите молекулярную формулу этого соединения, если его относительная плотность по воздуху составляет 1,52.

9. При сжигании 6,0 г органического вещества получили 4,48 л оксида углерода (IV) и 0,2 моль воды. Найдите молекулярную формулу этого соединения, если его относительная плотность по воздуху составляет 6,21.

4.2. Общие вопросы теории химического строения органических соединений

1. В ходе реакции этерификации образуются четыре интермедиата. Определите, сколько элементарных стадий включает эта реакция?

2. Возьмем некую двухстадийную реакцию:



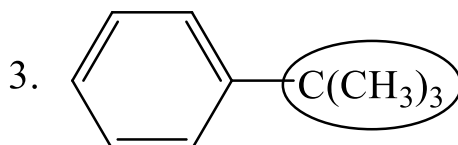
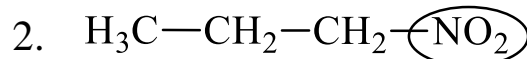
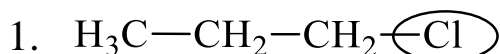
Каковы молекулярность и порядок реакции, если:

а) лимитирующая (скоростьопределяющая) стадия – первая;

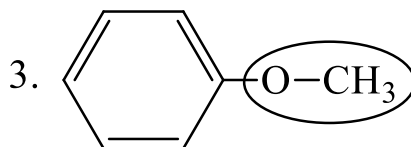
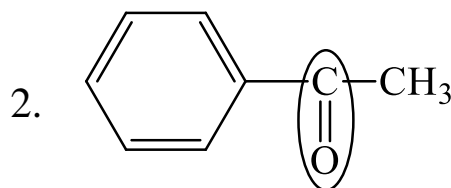
б) лимитирующая стадия – вторая?

3. Напишите изомерные сопряженные структуры состава C_6H_8 (циклобутадиеновые структуры не пишите – они чрезвычайно неустойчивы).

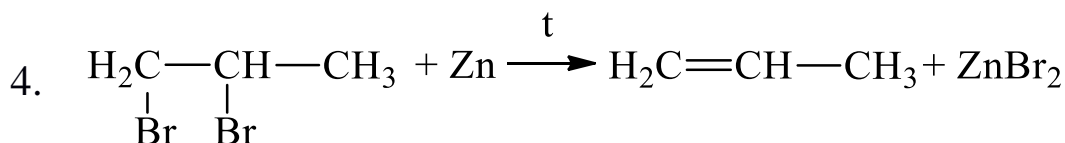
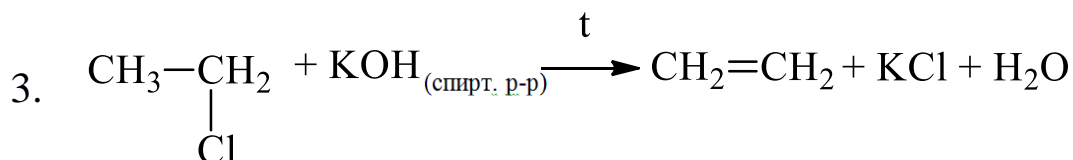
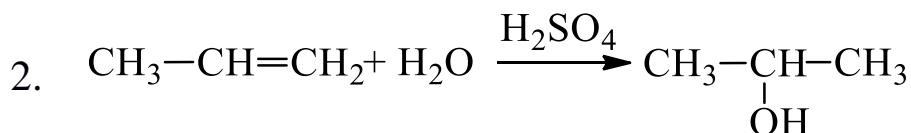
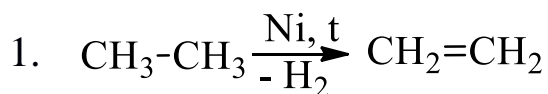
4. Укажите, какие эффекты в приведенных соединениях проявляют обведенные кружками группы, покажите стрелками действие этих эффектов:

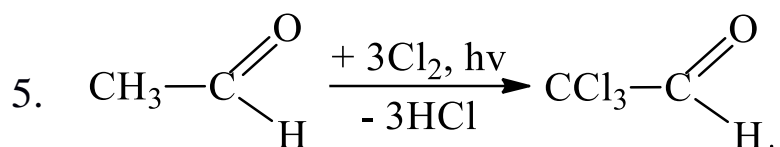


5. Какие эффекты в приведенных соединениях проявляют группы обведенные кружками, покажите стрелками действие этих эффектов:



6. Определите тип каждой реакции (замещение, присоединение, отщепление), уравнения, которых приведены ниже:

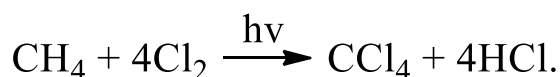




Назовите, к каким классам органических веществ относятся исходные органические вещества и продукты этих реакций?

7. Рассчитайте массу тетрахлорида углерода, который можно получить при хлорировании метана объемом 10,4 л молекулярным хлором, объем которого в реакционной системе равен 52 л. Объемы газов приведены к нормальным условиям. Выход продукта (η) составляет 70% от теоретически возможного.

Решение. Записываем уравнение реакции хлорирования метана до тетрахлорида углерода:



Определяем количества исходных веществ:

$$n(\text{CH}_4) = \frac{V(\text{CH}_4)}{V_m} = \frac{10,4 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,46 \text{ моль};$$

$$n(\text{Cl}_2) = \frac{V(\text{Cl}_2)}{V_m} = \frac{52,0 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 2,32 \text{ моль};$$

$$n(\text{CH}_4):n(\text{Cl}_2) = 0,46:2,32 = 1:5,$$

следовательно, хлор взят в избытке.

Из уравнения реакции следует:

$$n(\text{CCl}_4) = n(\text{CH}_4) = 0,46 \text{ моль}.$$

Определяем массу тетрахлорида углерода, который может быть получен при количественном выходе:

$$m(\text{CCl}_4) = n(\text{CCl}_4) \cdot M(\text{CCl}_4) = 0,46 \text{ моль} \cdot 154 \text{ г/моль} = 70,8 \text{ г}.$$

Учитывая, что выход продукта составляет 70% от теоретически возможного, находим массу полученного CCl_4 :

$$m_p(\text{CCl}_4) = \frac{m(\text{CCl}_4) \cdot \eta}{100} = \frac{70,8 \text{ г} \cdot 70}{100} = 49,56 \text{ г}.$$

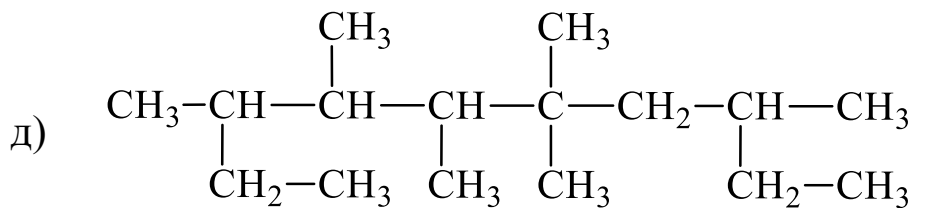
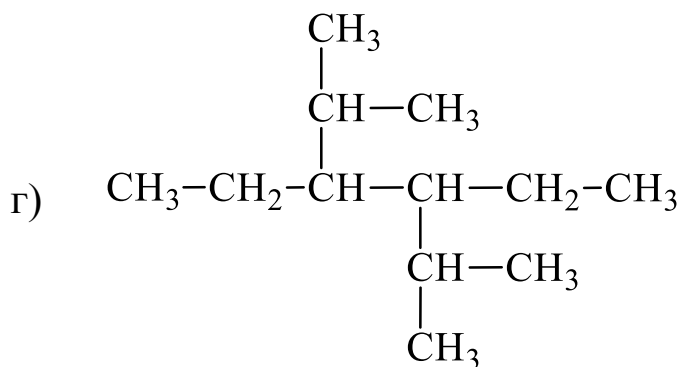
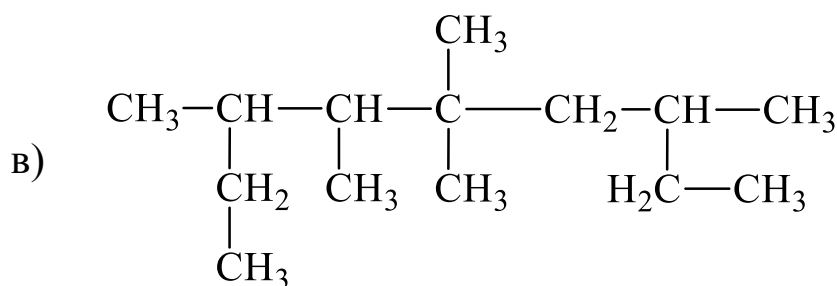
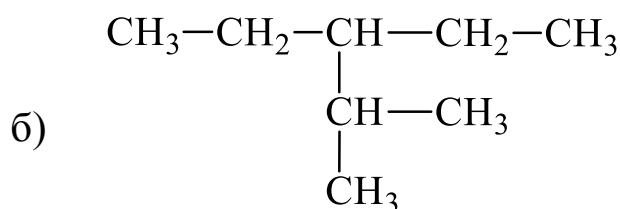
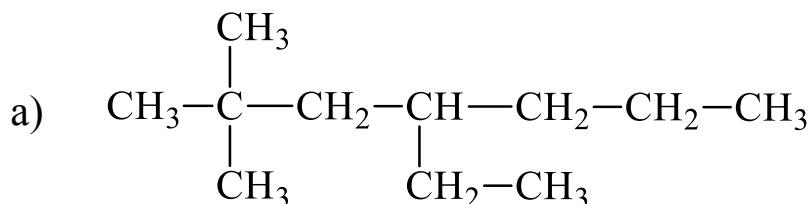
Ответ: 49,56 г.

8. При взаимодействии йодметана массой 2,84 г с металлическим натрием массой 0,69 г был получен этан, объем которого при нормальных условиях составил 179,2 мл. Определите выход продукта реакции.

9. Определите массу карбида кальция необходимую для получения 30 м³ ацетилена. Массовая доля примесей в сырье 30 %, а степень превращения CaC₂ равна 95 %.

4.3. Предельные углеводороды: алканы, циклоалканы

1. Назовите соединения по систематической номенклатуре:



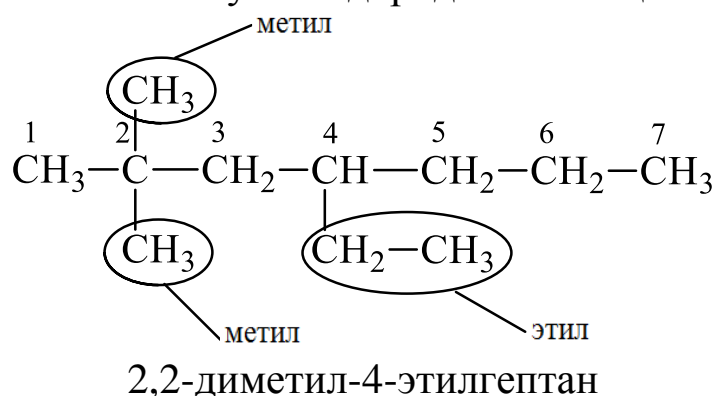
Решение. Правила составления названий и написания структурной формулы по названию предельных углеводородов пред-

ставлены в учебнике [1, с. 149-151]. В качестве примера назовем первый предельный углеводород, приведенный в задании:

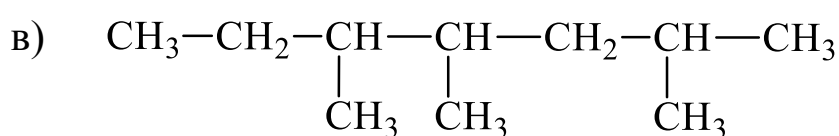
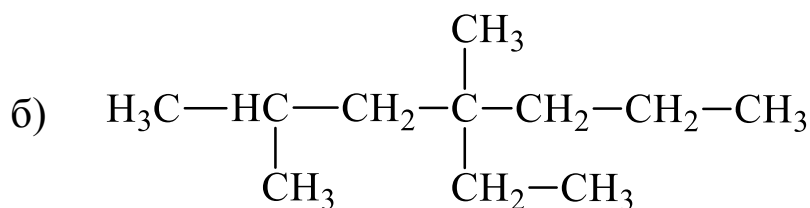
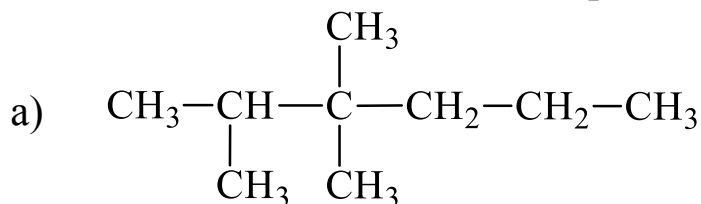
во-первых, в соединении выбираем самую длинную неразветвленную цепь (главная цепь);

во-вторых, цепь нумеруем с того конца, к которому ближе радикал-заместитель;

в-третьих, составляем название соединения, в названии цифрой указываем место каждого радикала-заместителя и называем его, затем называем углеводород главной цепи.



2. Назовите соединения по рациональной номенклатуре:



3. Напишите структурные формулы следующих соединений:
 а) метилэтилизопропилметан; б) диметил-втор-бутилметан; в) 2,5-диметилгексан; г) 3-метил-3-этилпентан; д) 2-метил-4-изопропилдекан; е) 3-этилгептан; ж) 2,4-диметил-4-этилоктан.

4. Напишите структурные формулы изомерных углеводородов состава C_6H_{14} , укажите изомеры, содержащие третичные ато-

мы углерода. Назовите углеводороды по систематической номенклатуре.

5. Получите 3-этилпентан: а) по реакции Вюрца; б) гидрированием алкена; в) восстановлением галогенпроизводного.

6. Из натриевой соли соответствующей карбоновой кислоты получите 2,2,3-триметилпентан и напишите реакции его галогенирования молекулярным хлором и нитрования азотной кислотой (по Коновалову). Напишите механизм реакции галогенирования.

7. Напишите структурную формулу предельного углеводорода состава C_5H_{12} , если известно, что при его хлорировании получается преимущественно 2-хлор-2-метилбутан. Алкан получите по реакции Вюрца и гидрированием соответствующего галогенпроизводного.

8. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) метилциклопентан; б) 1,2-диметилциклобутан; в) 1-метил-3-этилциклогексан.

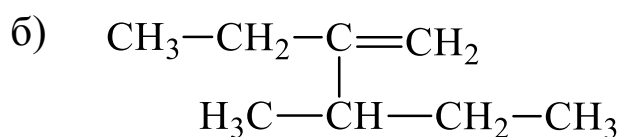
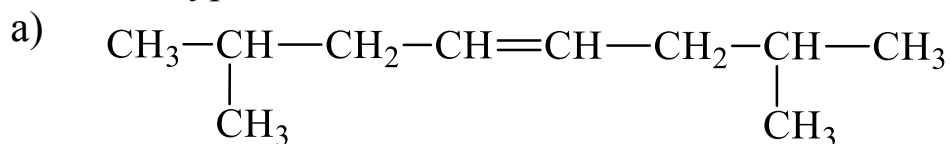
9. Напишите структурные формулы изомерных циклоалканов состава C_6H_{12} с шестичленным, пятичленным и четырехчленным кольцом. Назовите эти углеводороды.

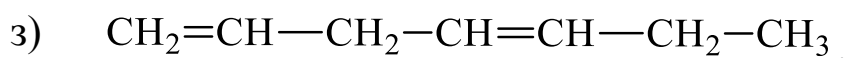
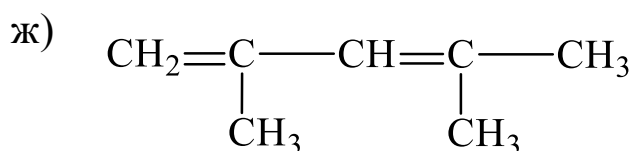
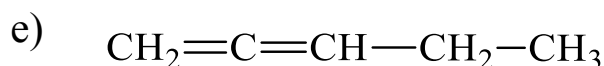
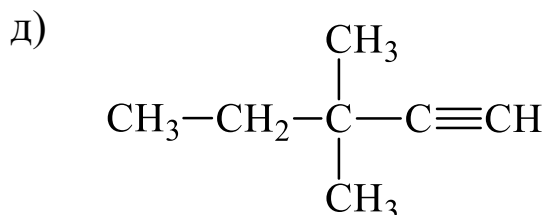
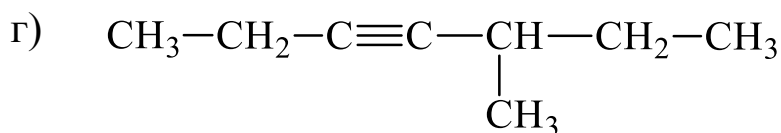
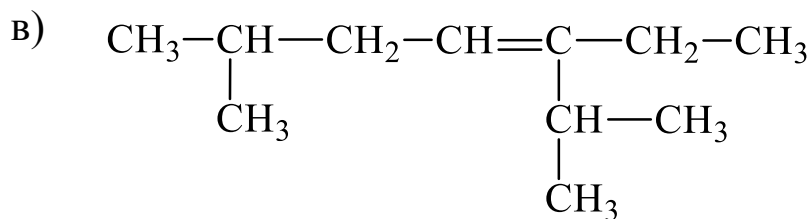
10. Получите из соответствующих дигалогенпроизводных метилциклопропан и 1,2-диметилциклобутан.

11. Из соответствующего ароматического соединения получите циклогексан, напишите его реакции с хлором, водородом и концентрированной азотной кислотой.

4.4. Непредельные углеводороды: алкены, алкины, алкадиены

1. Назовите следующие углеводороды по систематической номенклатуре:





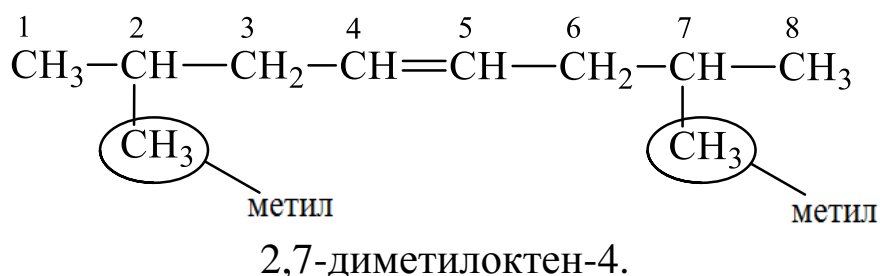
Решение. Правила составления названий и написания структурной формулы по названию алкенов, алкинов и алкадиенов представлены в учебнике [1, с. 164-166, 180-181, 191-194]. В качестве примера назовем первый углеводород, приведенный в задании.

Основные правила названия ненасыщенных углеводородов с одной двойной связью по систематической номенклатуре:

во-первых, в соединении выбираем самую длинную неразветвленную цепь, содержащую двойную связь;

во-вторых, цепь нумеруем так, чтобы положению двойной связи соответствовал наименьший порядковый номер;

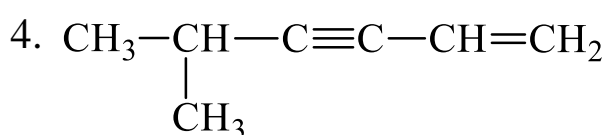
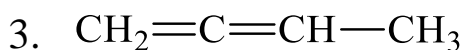
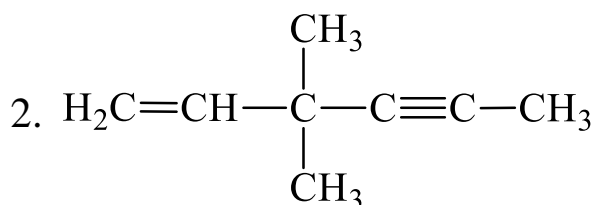
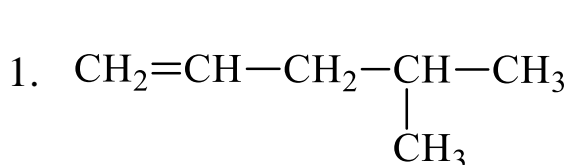
в-третьих, составляем название соединения, в названии цифрой указываем место каждого радикала-заместителя, а название углеводорода образуем путем замены окончания -ан в названии соответствующего алкана на -ен.



2. Назовите по рациональной номенклатуре соединения, приведенные в предыдущем задании под буквами б, в, г.

3. Напишите структурные формулы следующих соединений:
 а) изобутилэтилен; б) симм-метилизопропилэтилен; в) асимм-метилизопропилэтилен; г) 2,2,4-триметилгексен-3; д) 2,2,6-триметилоктен-4; е) гексадиен-2,4; ж) 2,3-диметилбутадиена-1,3; з) изобутилацетилен; и) 5,7-диметилоктин-3.

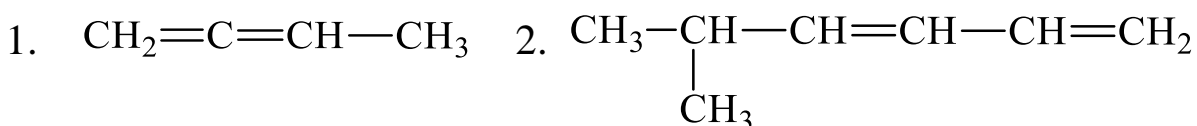
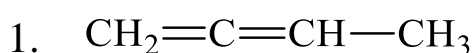
4. В приведенных ниже формулах соединений определите, в какой степени гибридизации находится каждый из атомов углерода. К каким классам относится каждое из этих соединений?

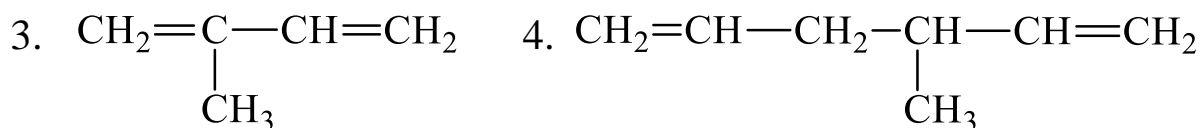


5. Напишите структурные формулы изомерных углеводородов состава C_5H_{10} и назовите их по систематической номенклатуре.

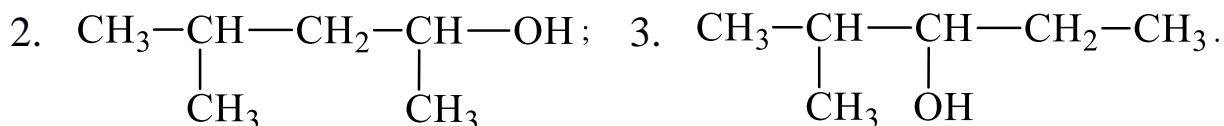
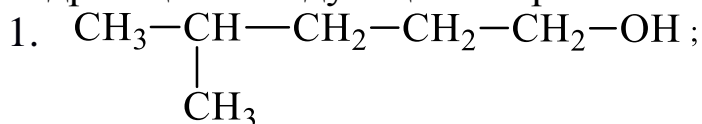
6. Составьте структурную формулу гептина-2. Напишите формулу изомера, в котором содержится максимально возможное число первичных атомов углерода, и назовите этот изомер.

7. В приведенных ниже формулах соединений определите, какому из веществ присуща *цис*-, *транс*-изомерия. Составьте формулы *цис*- и *транс*-изомеров. Определите, к какому типу алкадиенов (с кумулированными, сопряженными или изолированными двойными связями) относится каждое из веществ?





8. Получите соответствующие этиленовые углеводороды дегидратацией следующих спиртов:



Укажите, какие катализаторы используются для дегидратации и какой из спиртов дегидратируется легче всего.

9. Напишите структурные формулы дигалогенпроизводных из которых при взаимодействии сцинком можно получить 3-метилбутен-2, 2,3-диметилбутен-1 и 4-метил-4-этилпентен-1.

10. Получите метилацетилен из пропилового спирта.

11. Напишите структурные формулы углеводородов, озониды которых при расщеплении водой образуют: а) ацетон CH_3COCH_3 и пропионовый альдегид $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$; б) метилизопропилкетон $\text{CH}_3\text{COCH}(\text{CH}_3)_2$ и формальдегид CH_2O ; в) формальдегид CH_2O и янтарный диальдегид $(\text{CH}_2\text{CHO})_2$.

12. Получите дивинил по способу Лебедева. Напишите для дивинила реакции бромирования и гидробромирования.

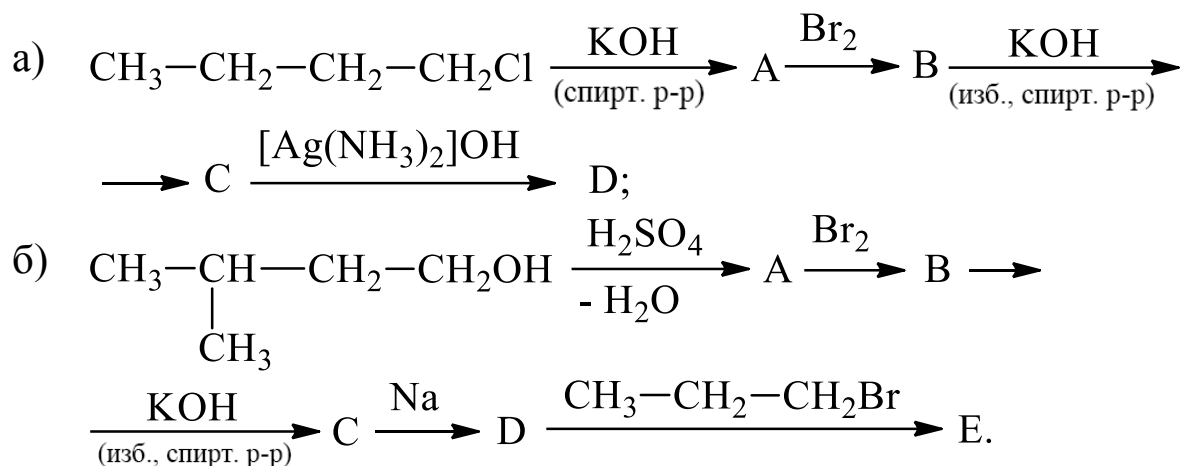
13. Напишите уравнения реакций гидрирования, монобромирования, гидробромирования, гидратации: а) этилена, б) пропена, в) бутена-1, г) бутена-2. Назовите продукты реакций.

14. Составьте реакции и напишите условия, с помощью которых можно осуществить превращения:

Метан \rightarrow Ацетилен \rightarrow Этилен \rightarrow Винилхлорид \rightarrow Поливинилхлорид.

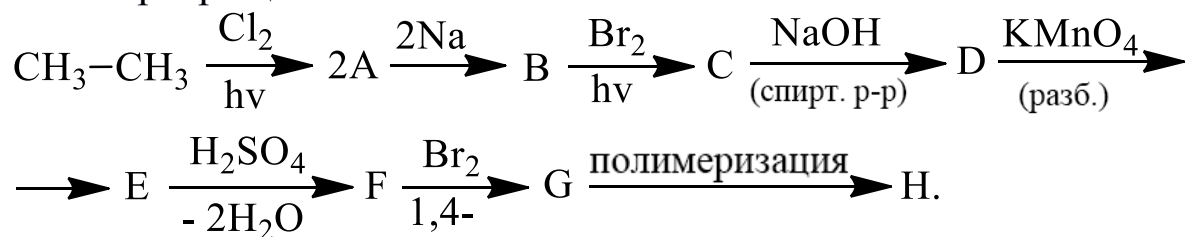
15. Составьте уравнения реакций, с помощью которых в несколько стадий можно осуществить синтез винилацетилена из карбида кальция.

16. Напишите формулы строения промежуточных и конечного продуктов в следующих схемах:



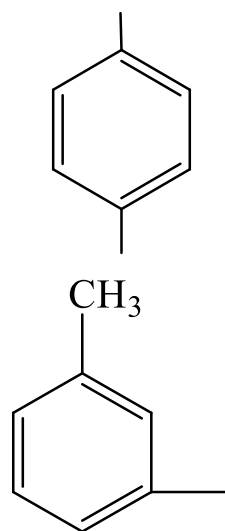
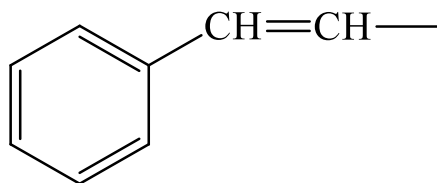
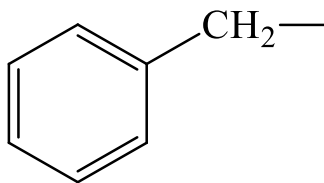
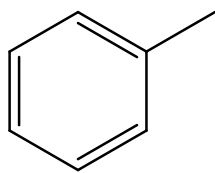
17. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить синтезы: а) дивинилового каучука из карбида кальция; б) бутадиенового каучука из метана; в) 1,4-дибромбутана из этанола. Укажите условия осуществления этих реакций.

18. Составьте реакции с помощью которых можно осуществить превращения:

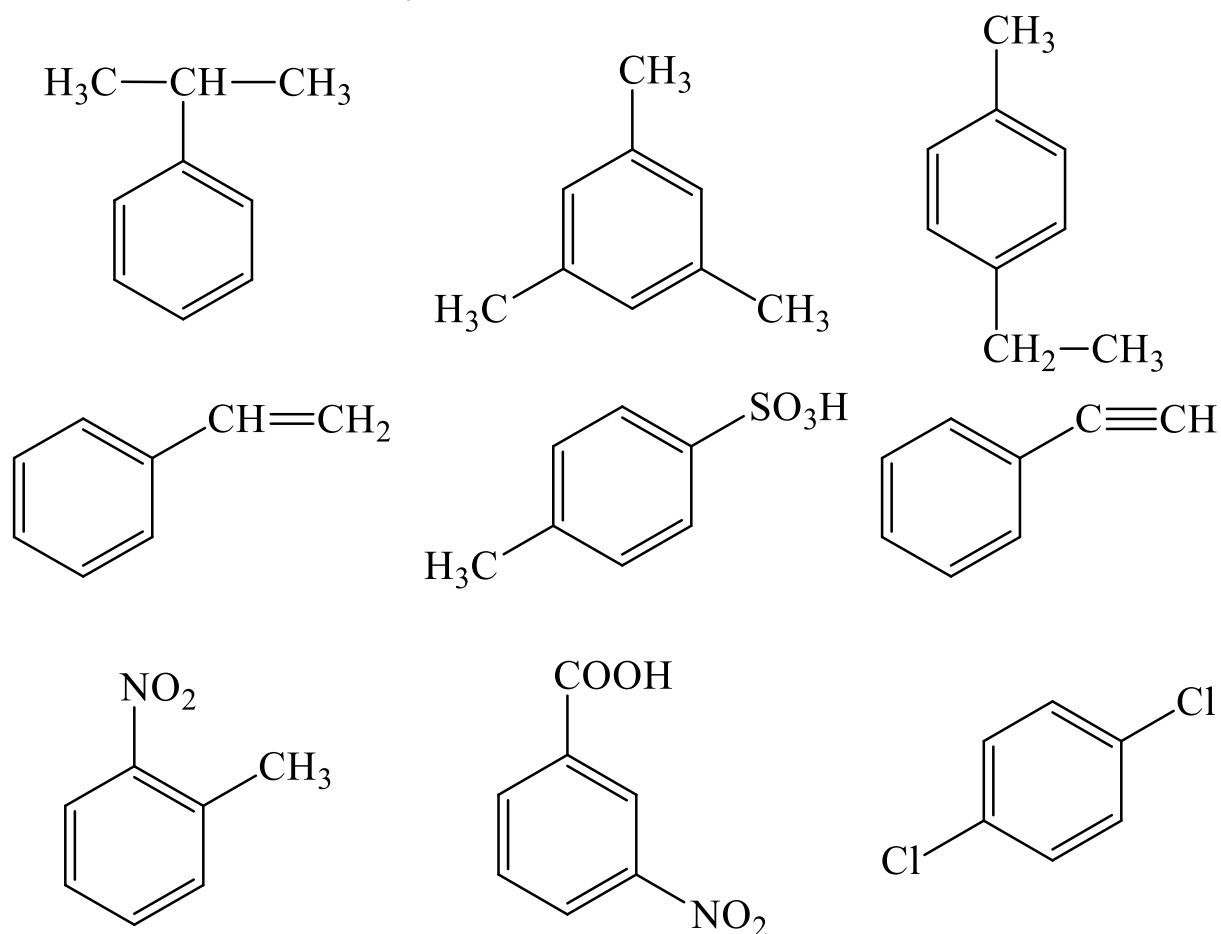


4.5. Ароматические углеводороды

1. Назовите следующие радикалы:

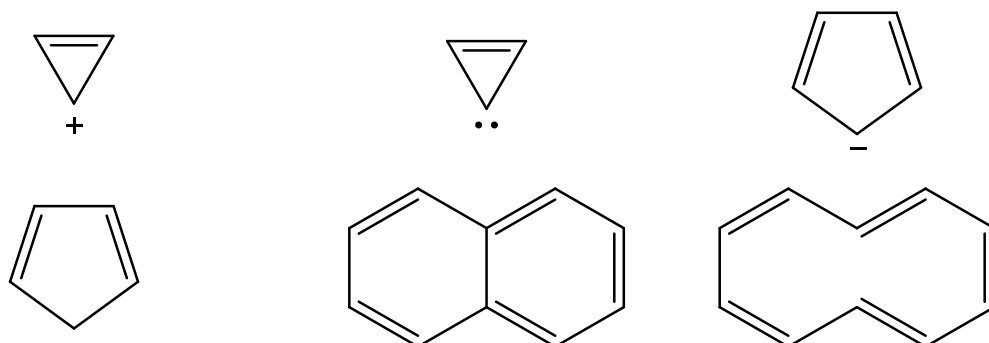


2. Назовите следующие соединения:



3. Какие электронные эффекты будут проявляться при взаимодействии бензольного ядра со следующими заместителями: $-\text{Br}$; $-\text{OCH}_3$; $-\text{CH}_3$.

4. Какие из приведенных структур являются ароматическими:



5. Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия на смесь следующих галогенпроизводных: а) бромистого бензила и бромистого этила; б) хлорбензола и хлористого изопропила; в) *o*-бромтолуола и бромистого этила?

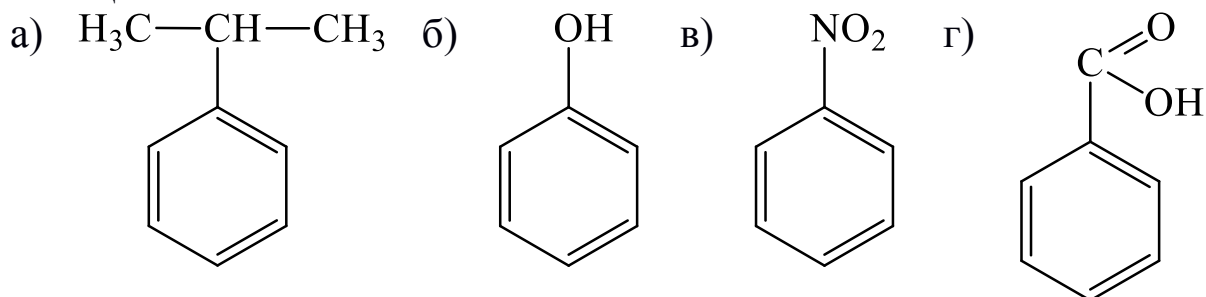
6. Получите реакцией Вюрца – Фиттига следующие углеводороды: изобутилбензол, 1,3-диэтил-бензол, изопропилбензол.

7. Какие углеводороды получатся при взаимодействии следующих веществ по реакции Фриделя – Крафтса – Густавсона: а) бензола с бромистым этилом; б) толуола с бромистым изопропилом; в) бензола с бутиленом; г) толуола с пропиленом; д) бензола с циклопропаном?

8. Получите бензол и толуол дегидроциклизацией соответствующих углеводородов.

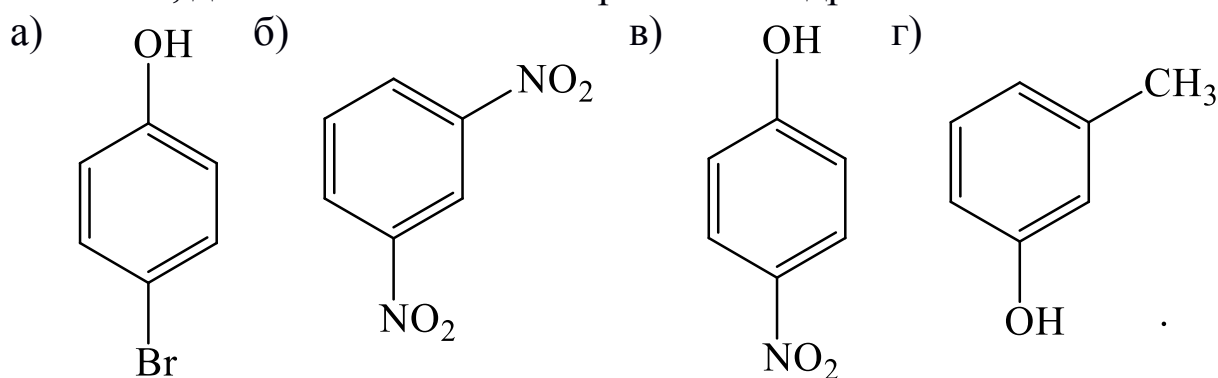
9. Напишите уравнения реакций окисления раствором перманганата калия: а) толуола; б) изопропилбензола; в) *о*-ксилола; г) цимола.

10. В приведенных соединениях покажите эффекты заместителей и распределение электронной плотности в бензольном кольце:



Какие заместители являются электронодонорными и ориентируют реакции S_E в *орто*- и *пара*-положения, а какие электроноакцепторными?

11. Укажите вещества с согласованной ориентацией заместителей, для них напишите нитрование в ядро:



12. Проведите нитрование следующих соединений: а) хлорбензола; б) этилбензола; в) кумола; г) нитробензола; д) фенола; е) *о*-нитроэтилбензола. Какие из них нитруются легче, чем бензол? Почему?

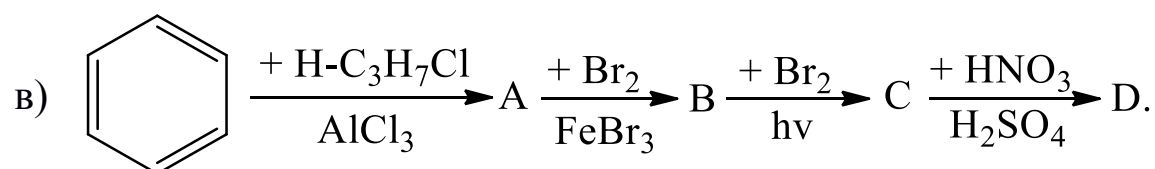
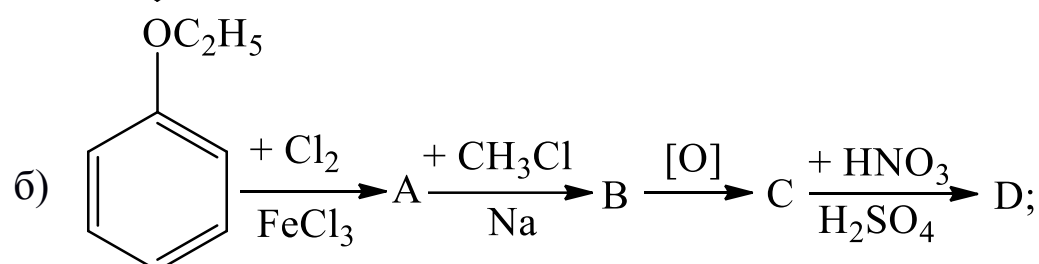
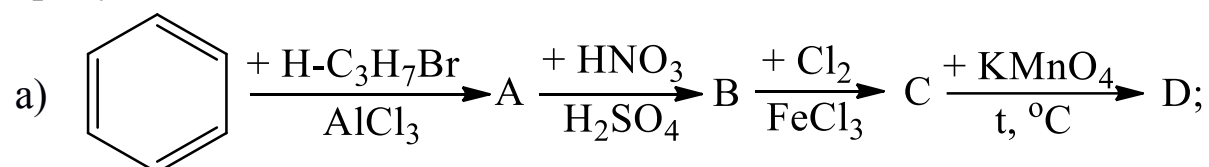
13. Напишите реакцию хлорирования толуола в присутствии катализатора. Приведите механизм реакции, а строение σ -комплексов изобразите с помощью резонансных структур.

14. Напишите реакцию нитрования бензойной кислоты. Приведите механизм реакции, строение σ -комплексов изобразите с помощью резонансных структур. Сравните скорость нитрования бензойной кислоты и бензола.

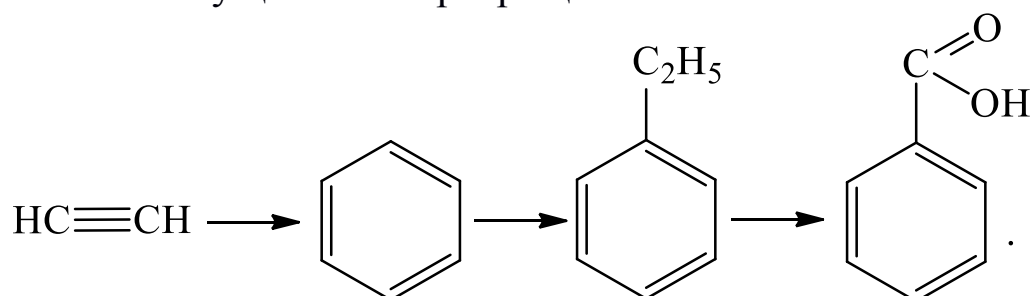
15. Составьте реакции и напишите условия, с помощью которых можно осуществить превращения:

бензол \rightarrow этилбензол \rightarrow 1-бром-1-фенилэтан \rightarrow стирол (винилбензол) \rightarrow полистирол.

16. Заполните схему превращений и назовите образующиеся продукты:



17. Составьте реакции и напишите условия, с помощью которых можно осуществить превращения:

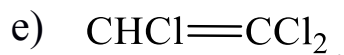
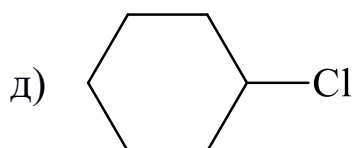
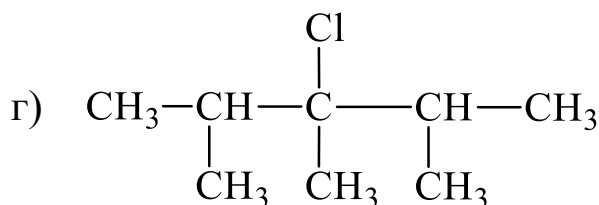
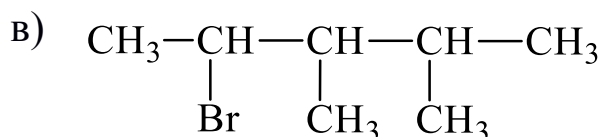
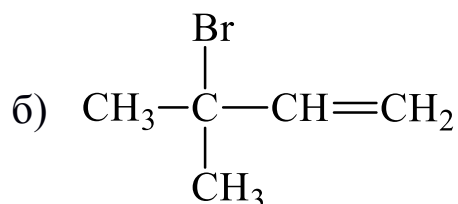
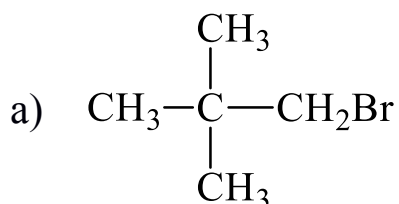


18. Установите строение углеводорода C_8H_{10} , при окислении образующего бензолдикарбоновую кислоту с согласованной ориентацией заместителей.

19. Установите строение углеводорода C_8H_6 , обесцвечивающего бромную воду, образующего белый осадок с аммиачным раствором оксида серебра, а при окислении дающего бензойную кислоту.

4.6. Галогенопроизводные углеводородов

1. Назовите соединения по систематической номенклатуре:



2. Напишите структурные формулы соединений: а) 3-метил-2-хлорпентана; б) 2,2-диметил-3-хлоргексана; в) хлористого тетраметилена; г) 3-хлорбутена-1; д) 4-бром-4-метилгексена-2; е) 5-йод-5-метилгексин-1. Какие из них имеют *цис*-, *транс*- изомеры?

3. Напишите структурные формулы изомерных бромпроизводных состава $C_5H_{11}Br$. Укажите первичные, вторичные и третичные галогенпроизводные и назовите их.

4. Из 3-метилбутена-1 получите 2-бром-3-метилбутан. Напишите для последнего реакции с водным и спиртовым растворами щелочи.

5. Получите любым способом хлористый изобутил и напишите для него уравнения реакций: с цианистым калием, аммиаком, этилатом натрия, спиртовым и водным растворами щелочи.

6. Используя ацетилен и неорганические реагенты, получите хлорэтен и 1,1-дихлорэтен. Напишите реакцию полимеризации хлорэтена.

7. Расположите галогеналкилы в порядке изменения реакционной способности в реакциях, протекающих по механизму S_N2 : а) 1-хлорпентан, 2-хлорпентан, 2-метил-2-хлорбутан; б) 1-бром-3-метилпентан, 2-бром-3-метилпентан, 2-бром-2-метилпентан.

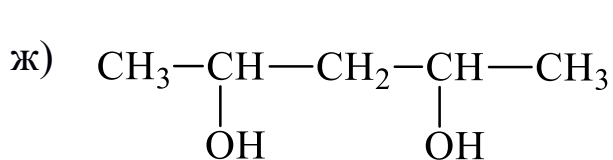
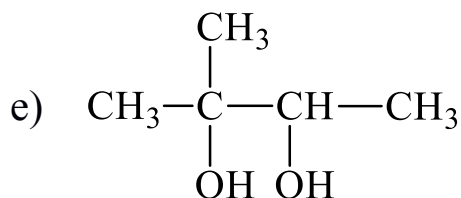
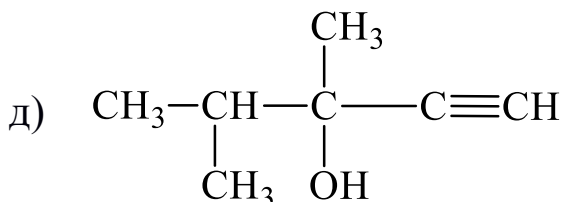
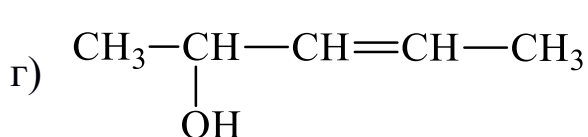
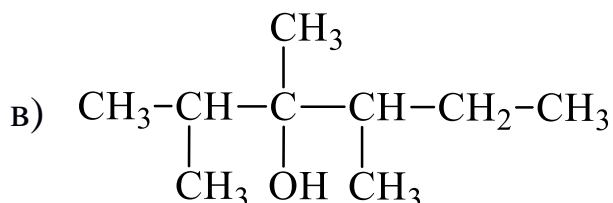
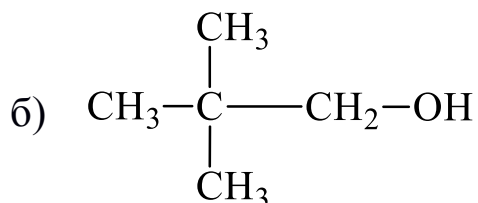
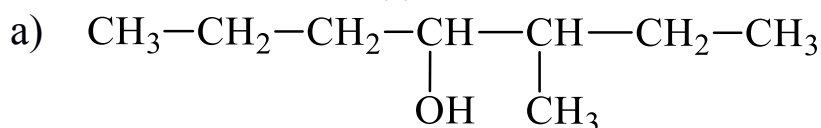
8. Как из пропилбромиды получить: а) пропан; б) пропилен; в) пропиловый спирт; г) пропилпропионат; д) пропиламин; е) бромистый пропилмагний?

9. Заполните схему превращений и назовите образующиеся продукты:



4.7. Гидроксильные соединения

1. Назовите соединения по систематической номенклатуре:



Классифицируйте эти спирты по природе углеводородного радикала, по атомности, по типу атома углерода, соединенного с гидроксогруппой.

2. Напишите структурные формулы соединений и назовите их по рациональной номенклатуре: а) 2-метилпентанол-3;

б) 2,2,4-триметилпентанол-3; в) 2-метилбутанол-1; г) 2-метилбутин-3-ол-2; д) 2,3-диметилбутандиол-2,3.

3. Напишите структурные формулы и назовите по систематической номенклатуре: а) метилизобутилкарбинол; б) диизопропилкарбинол; в) изопропил-*трет*-бутилкарбинол; г) изобутиловый спирт; д) трет-бутиловый спирт; е) изопропилвинилкарбинол; ж) пропиленгликоль; з) триметиленгликоль.

4. Напишите структурные формулы спиртов состава $C_5H_{11}OH$ и назовите их. Классифицируйте эти спирты по типу атома углерода, соединенного с гидроксильной группой.

5. Напишите структурные формулы непредельных спиртов состава C_4H_7OH и назовите их по систематической номенклатуре.

6. Напишите структурные формулы изомерных гликолей состава $C_4H_8(OH)_2$ и назовите их.

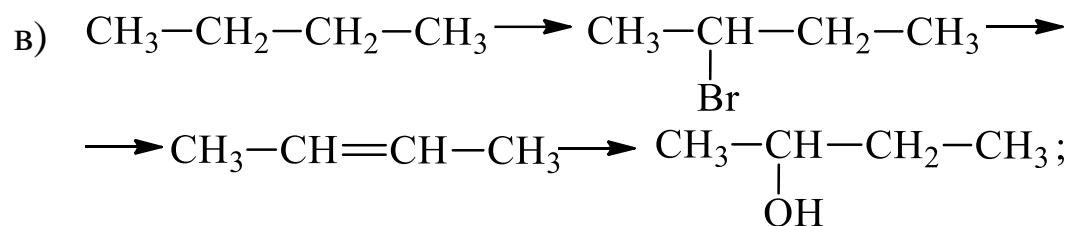
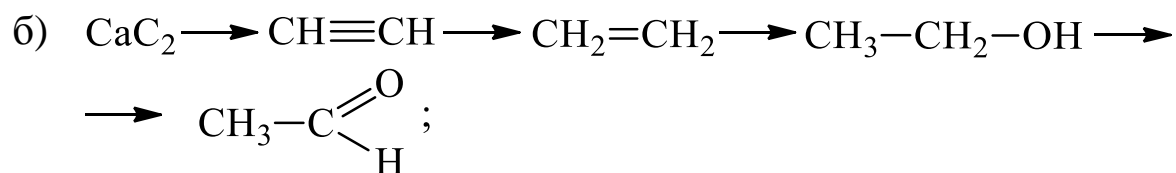
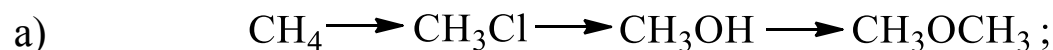
7. Получите гидратацией соответствующих этиленовых углеводородов следующие спирты: 3,3-диметилбутанол-2; 2-метилпентанол-2; 3-метилгексанол-2.

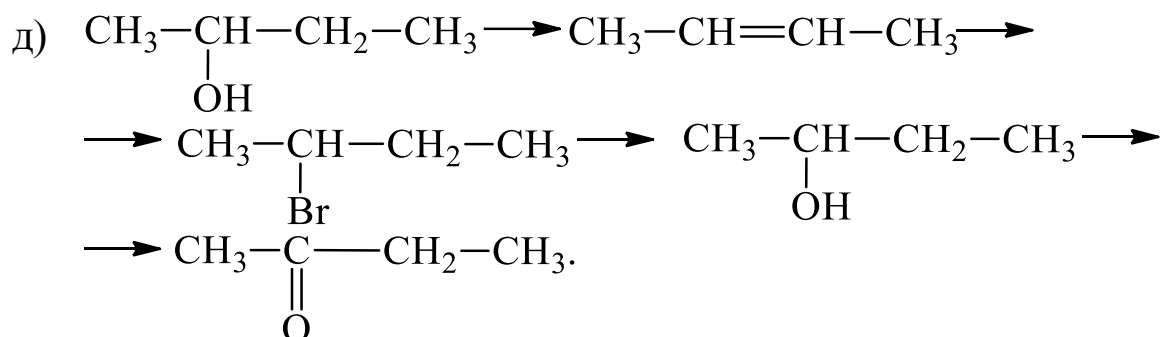
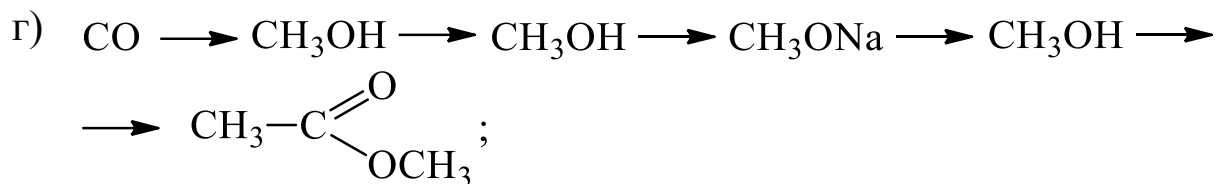
8. Напишите схемы синтеза *втор*-бутилового спирта из галогеналкила и из алкена.

9. Исходя из формальдегида и бромистого изопропилмагния, получите реакцией Гриньяра соответствующий спирт.

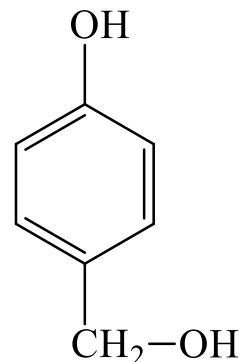
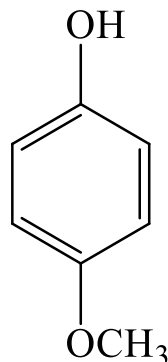
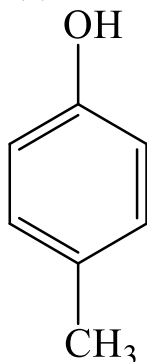
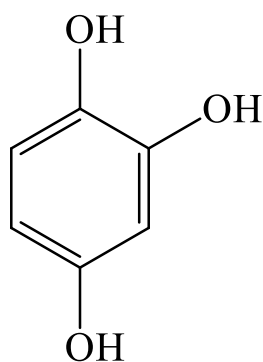
10. Расположите перечисленные спирты в ряд по возрастанию кислотности: а) этиловый, метиловый, изопропиловый, пропиловый спирты; б) этиловый, изобутиловый, бутиловый и *трет*-бутиловый спирты. Дайте краткое обоснование.

11. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить цепочку превращений:



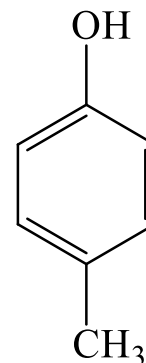
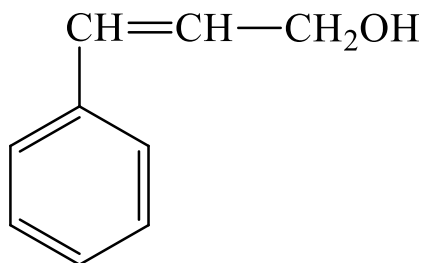
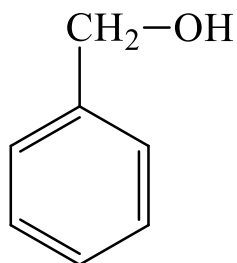
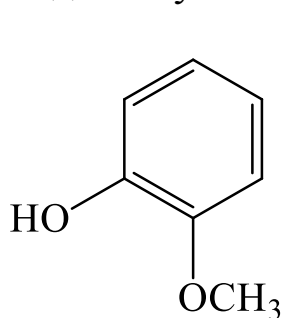


12. Назовите соединения:



13. Напишите структурные формулы: а) *n*-нитрофенола; б) *n*-бромфенола; в) *o*-крезола; г) *n*-метокситолуола; д) 2-бромфенола; е) этилфенилкарбинола; ж) 2-фенилэтилового спирта; з) пикриновой кислоты.

14. Какие из следующих соединений дают цветную реакцию с хлорным железом, реагируют с раствором щелочи, взаимодействуют с соляной кислотой:



15. Напишите схемы образования *n*-бромфенола, используя в качестве исходных продуктов: а) нитробензол; б) бензолсульфокислоту.

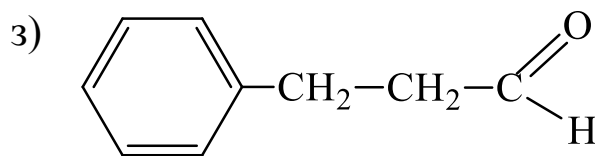
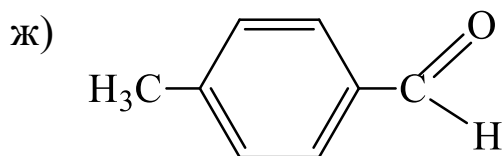
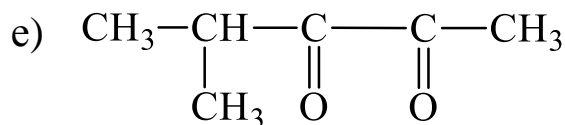
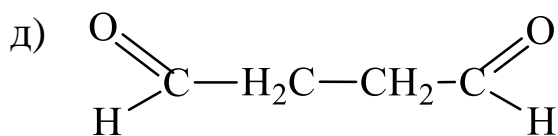
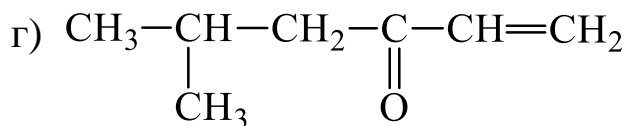
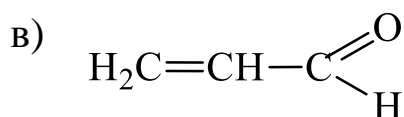
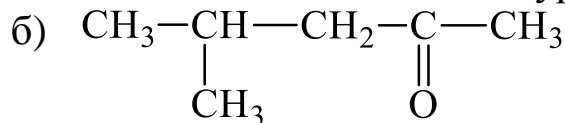
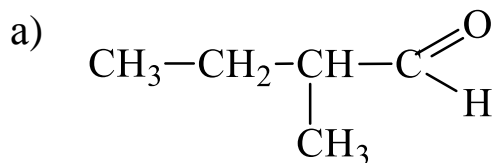
16. Напишите структурные формулы: а) этилбутилового эфира; б) 2-этоксипропана; г) диизопропилового эфира; д) монометилового эфира этиленгликоля; е) бутилвинилового эфира; ж) пропиленоксида; з) 1,2-эпокси-2-метилпропана.

17. На пропиловый спирт подействуйте хлоридом фосфора (III), затем на полученное соединение – этилатом натрия. Напишите схемы реакций полученного соединения: а) с HI; б) с металлическим натрием.

18. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить синтезы: а) уксусного альдегида из оксида углерода (II); б) диметилового эфира из оксида углерода (II); в) дициклогексилового эфира из карбида кальция; г) 1,2-пропандиол из пропена. Напишите названия промежуточных веществ.

4.8. Карбонильные соединения

1. Назовите соединения по систематической номенклатуре:



2. Напишите структурные формулы следующих соединений:

а) изомасляный альдегид; б) метилизобутилкетон; в) 2-метилпентаналь; г) 3-метилгексаналь; д) 5,5-диметилгексанон-3; е) 2,2,6-триметилгептанон-4; ж) 2-метилгептен-2-он-4; з) пентандион-2,4; и) *n*-нитробензальдегид; к) фенил-*n*-толилкетон.

4. Ниже приведены названия некоторых альдегидов по систематической номенклатуре и даны их названия по тривиальной номенклатуре:

Название по систематической номенклатуре	Название по тривиальной номенклатуре
3-метокси-4-гидрокси-бензальдегид	ванилин
<i>n</i> -метоксибензальдегид	анисовый альдегид
3-фенилпропен-2-аль	коричный альдегид
2-пентил-3-фенилпропен-2-аль	жасминальдегид

Составьте формулы этих альдегидов.

5. Напишите структурные формулы кетонов $C_7H_{14}O$, содержащих в главной цепи пять атомов углерода, назовите их.

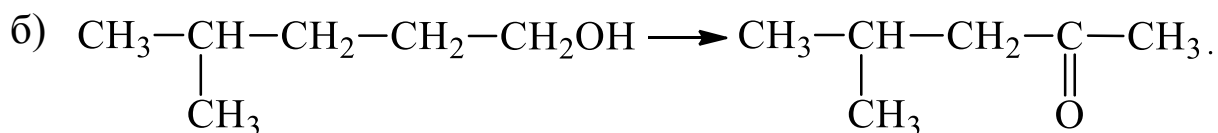
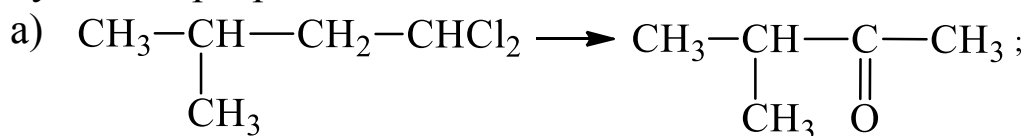
6. Напишите структурные формулы изомерных альдегидов и кетонов $C_5H_{10}O$, назовите их.

7. Какие карбонильные соединения получатся в результате окисления или каталитического дегидрирования: а) бутанола-1; б) бутанола-2; в) 2,4-диметилпентанола-1; г) 3-метилгексанола-1; д) пентандиола-2,4; е) гептандиола-2,5?

8. Пиролизом соответствующих органических кислот получите следующие соединения: метилпропаналь, пентаналь, изо-пропилметилкетон.

9. Какие альдегиды можно получить из пропилена реакцией оксосинтеза? Укажите условия реакции.

10. С помощью каких реакций можно осуществить следующие превращения:



11. Напишите реакции альдольной и кротоновой конденсации для следующих альдегидов: пропаналь, метилпропаналь, 2-метилбутаналь, 2,2-диметилпропаналь. Укажите, все ли перечисленные альдегиды будут участвовать в альдольной конденсации.

12. Напишите уравнения реакции изопропилметилкетона с гидросульфитом (бисульфитом) натрия и реакции разложения гидросульфитного соединения разбавленной соляной кислотой или карбонатом натрия при нагревании.

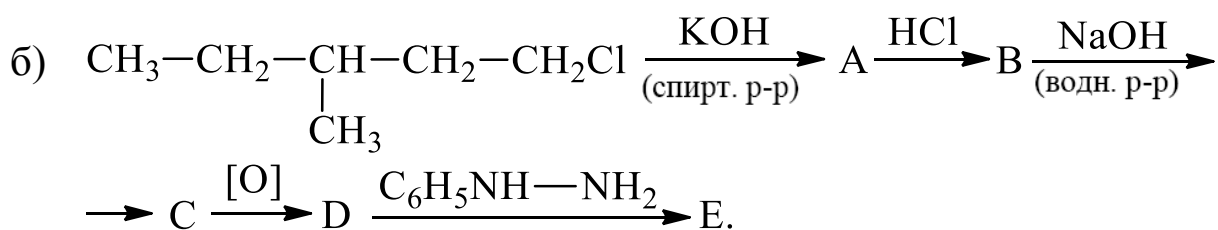
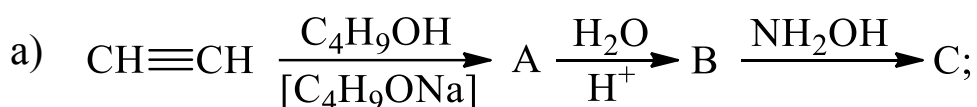
13. Из бутина-1 получите бутанон и напишите для него реакции с PCl_5 , синильной кислотой, бисульфитом натрия и гидроксиламином.

14. Из соответствующего ацетиленового углеводорода получите 3-метилпентанон-2 и напишите для него реакцию бромирования и схему окисления.

15. Напишите реакцию альдольной конденсации продуктов озонлиза 2-метилгексена-2.

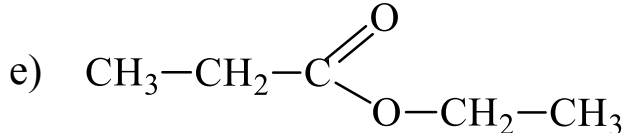
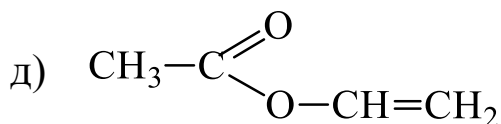
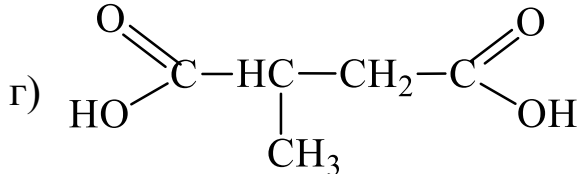
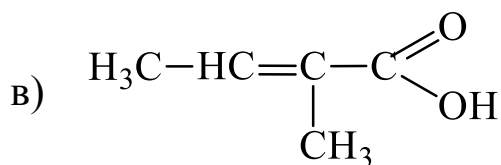
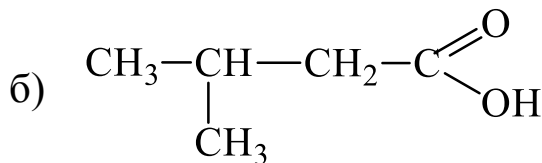
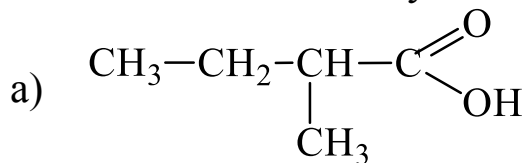
16. В какое соединение превратится диметилпропаналь под влиянием концентрированного раствора щелочи?

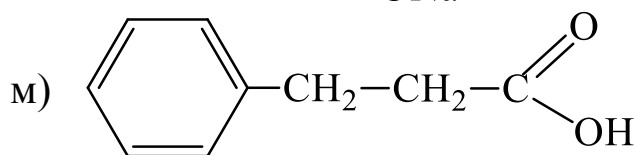
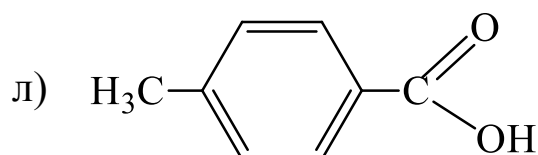
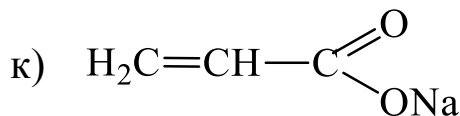
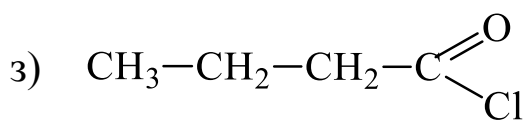
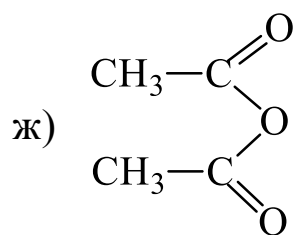
17. Напишите формулы строения промежуточных и конечных соединений в следующих схемах:



4.9. Карбоновые кислоты и их производные

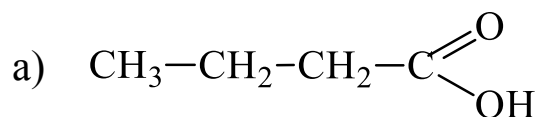
1. Назовите следующие соединения:



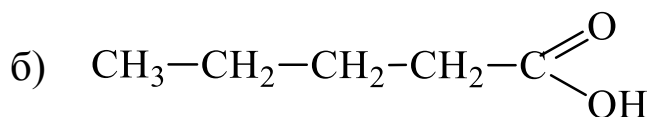


2. Напишите структурные формулы следующих соединений:
 а) 2,4-диметилпентановая кислота; б) изовалериановая кислота;
 в) 3,3-диметилбутановая кислота; г) метилизопропилуксусная кислота; д) оксалат кальция; е) 2,3-диметилбутандиовая кислота;
 ж) бутирилхлорид; з) β -этилакриловая кислота; и) метиловый эфир изомасляной кислоты; к) янтарный ангидрид; л) этилформиат; м) бромангидрид пропионовой кислоты; н) ацетат натрия (см. прил.1).

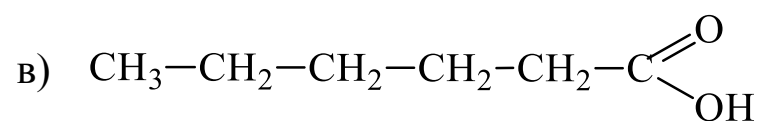
3. Ниже приведены формулы карбоновых кислот и даны их тривиальные названия. Назовите эти кислоты по систематической номенклатуре.



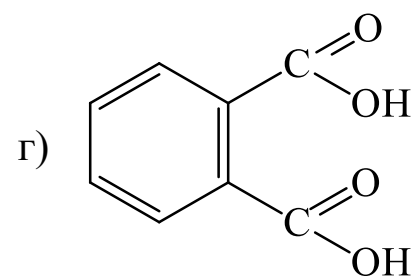
Масляная кислота



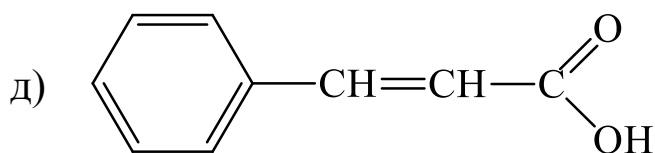
Валериановая кислота



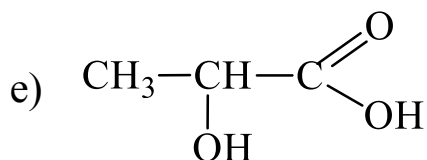
Капроновая кислота



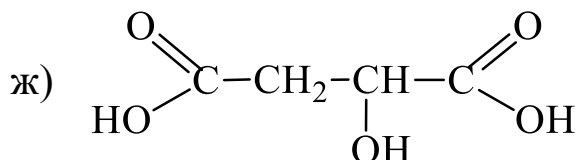
Фталевая кислота



Коричная кислота



Молочная кислота



Яблочная кислота.

4. Напишите уравнения реакций, с помощью которых из пропанола-1 можно получить бутановую кислоту.

5. Из бутилового спирта получите валериановую кислоту и напишите уравнения реакций образования ее ангидрида и хлорангидрида.

6. Оксосинтезом получите 2,3-диметилбутановую кислоту.

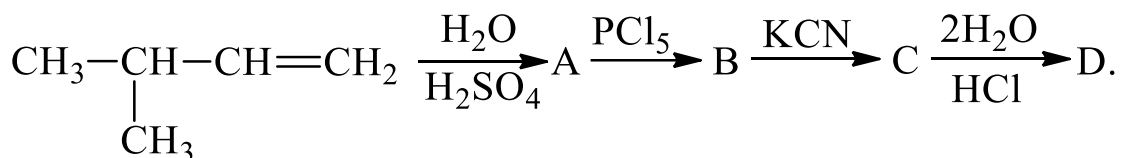
7. Из *n*-нитроанизола (1-метокси-4-нитробензола) получите *n*-метоксибензойную кислоту. Напишите для нее уравнения реакций: а) с гидроксидом натрия; б) с хлоридом фосфора(V); в) с хлористым тионилом.

8. Из *o*-ксилола получите производное фталевой кислоты – диметилфталат (репеллент).

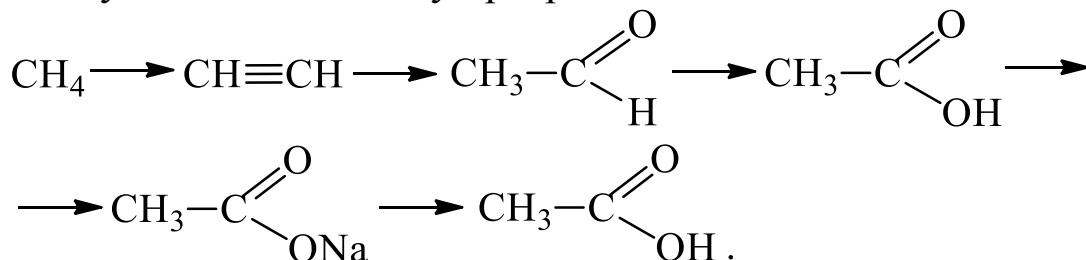
9. Получите метилбутират всеми возможными способами и напишите для него реакцию гидролиза.

10. Напишите уравнения реакций пропионового ангидрида с изоамиловым спиртом (4-метилпентанолом-1), аммиаком и водой.

11. Напишите и назовите соединения, получающиеся в результате следующих превращений:

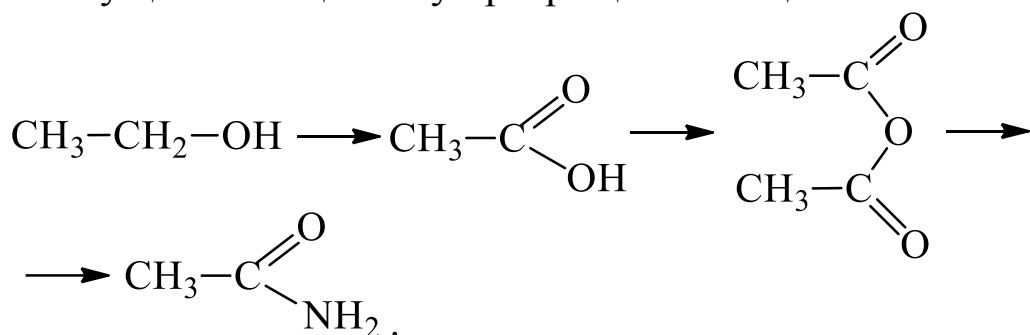


12. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить цепочку превращений веществ:

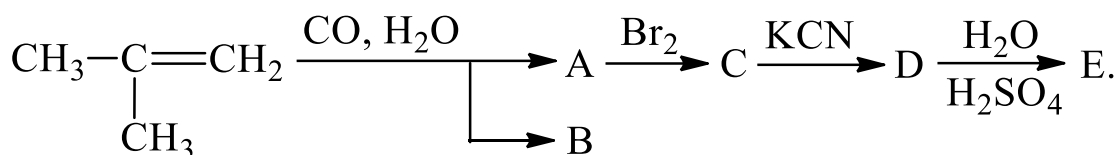


13. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить этилацетат из метанола. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений.

14. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить цепочку превращений веществ:

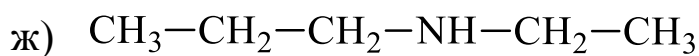
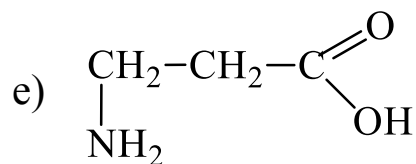
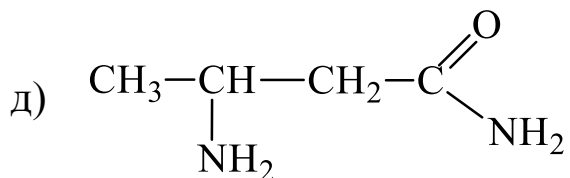
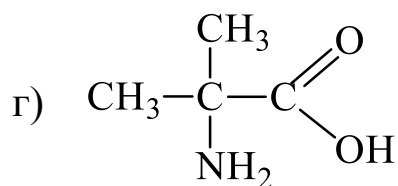
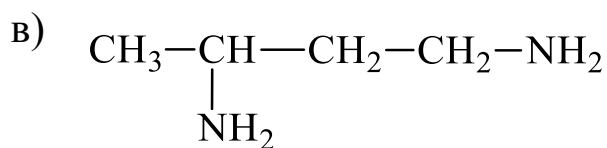
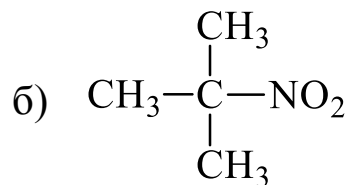
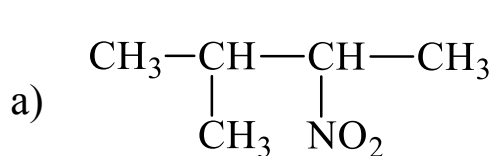


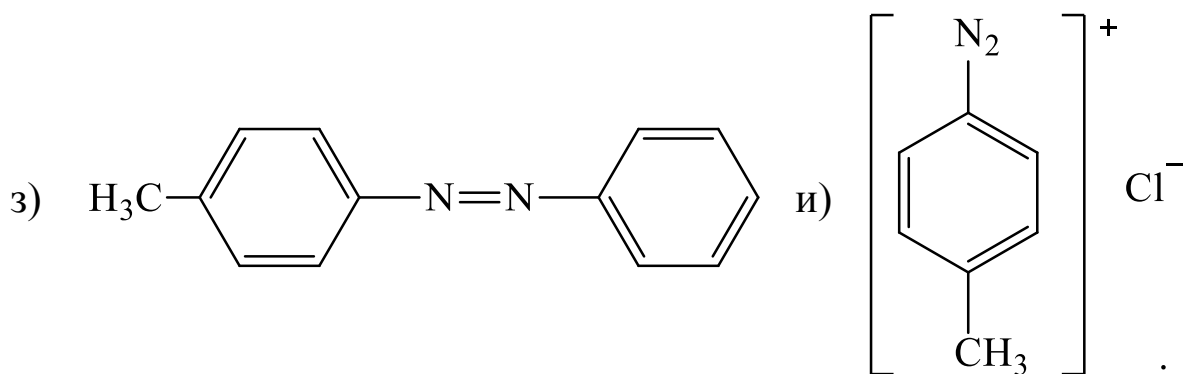
15. Напишите формулы строения промежуточных и конечного веществ в следующей схеме:



4.10. Азотсодержащие органические соединения

1. Назовите следующие соединения:





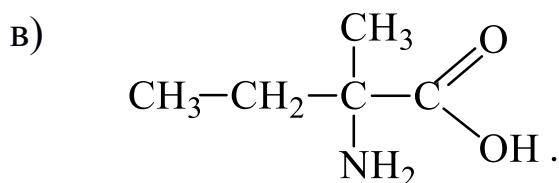
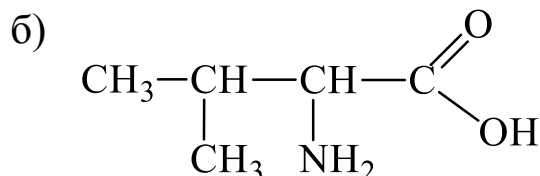
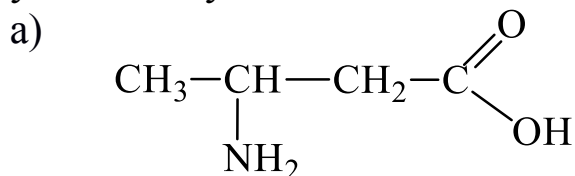
2. Напишите структурные формулы соединений: а) хлористый *n*-нитробензолдiazоний; б) 3,3-диметил-2-нитропентан; в) 3,5-диметил-2-нитрогексан; г) 4-нитропентен-2; д) диметилпентиламин; е) 2-метил-1,5-пентандиамин; ж) 2-аминобутановая кислота; з) 2-аминопентанамид.

3. Напишите уравнения реакций, с помощью которых из этилена можно получить: а) этиламин; б) триэтиламин; в) хлористый тетраэтиламмоний.

4. Напишите уравнения реакций, с помощью которых из этилена можно получить пропиламин.

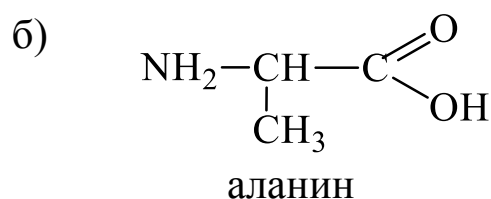
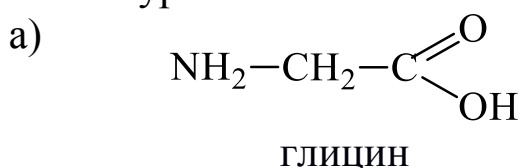
5. С помощью каких реакций можно осуществить превращение ацетилена в 2-нитробутан?

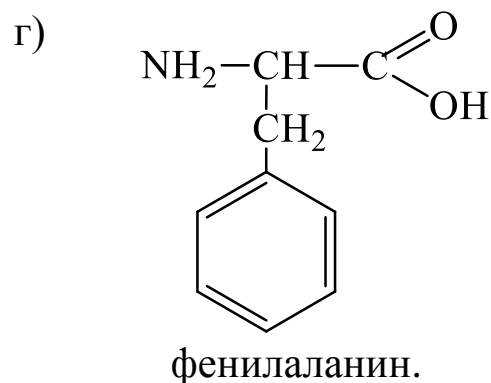
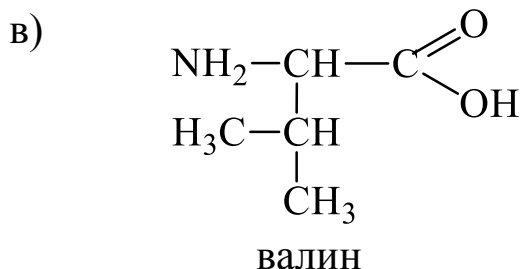
6. Действием аммиака на галогензамещенные кислоты получите следующие соединения:



Назовите аминокислоты.

7. Ниже приведены формулы аминокислот и даны их тривиальные названия. Назовите эти кислоты по систематической номенклатуре.





8. Напишите схему синтеза аланина из этилового спирта. Для аминокислоты напишите уравнения реакции: а) с HCl; б) с NaOH; в) с HNO₂.

9. Получите: а) глицилаланин; б) аланилглицилвалин. Напишите уравнения реакции гидролиза для глицилаланина.

10. Дипептид карнозин, образованный β-аланином и гистидином, содержится в больших концентрациях в мышцах и выполняет роль рН-буфера (способствует поддержанию определенного значения рН в клетках). Составьте формулу этого дипептида (β-Ала-Гис) (см. прил. 2).

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грандберг, И. И. Органическая химия: учебник для СПО / И. И. Грандберг, Н. Л. Нам. 8-е изд. – Москва: Юрайт, 2017. – 608 с. – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/B4F8E316-A4AA-4D2B-97FC-089F347F6FF2/organicheskaya-himiya>.
2. Каминский, В. А. Органическая химия. В 2 ч. Ч. 2. Учебник для СПО. 2-е изд. перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2017. – 314 с. – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/3A571317-193A-451D-8F95-D5C1E6B9C98F/organicheskaya-himiya-v-2-ch-chast-2>.
3. Никольский, А. Б. Химия: учебник и практикум для СПО / А. Б. Никольский, А. В. Суворов. 2-е изд. перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2016. – 507 с. – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/9C43BE6F-1093-4551-BB03-DA86598C10AB/himiya>.
4. Тупикин, Е. И. Химия. В 2 ч. Часть 2. Органическая химия: учебник для СПО / Е. И. Тупикин. 2-е изд., испр. и доп. – М.:

- Издательство Юрайт, 2018. – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/EE60BE5B-E7C3-40EA-8A27-D8473F74BED3/himiya-v-2-ch-chast-2-organicheskaya-himiya>.
5. Грандберг, И. И. Органическая химия: практические работы и семинарские занятия / И. И. Грандберг, Н. Л. Нам. 6-е изд. перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2016. – 349 с. – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/B95AD7FE-10FE-428B-9FBE-0D9DC5C82FA5/organicheskaya-himiya-prakticheskie-raboty-i-seminarskie-zanyatiya>.
 6. Каминский, В. А. Органическая химия: тестовые задания, задачи, вопросы: учебное пособие для СПО. 2-е изд. перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2017. – 289 с. – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/09EA6D71-8182-4441-9CC6-12677823A625/organicheskaya-himiya-testovye-zadaniya-zadachi-voprosy>.
 7. Органическая химия. Задачи и упражнения: учебное пособие для СПО / отв. ред. Сосновских, В. Я. – Москва: Юрайт, 2017. – 344 с. – ISBN 978-5-534-01619-2. – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/D76CFA8F-4B1C-4058-911F-481D87837439/organicheskaya-himiya-zadachi-i-uprazhneniya>.

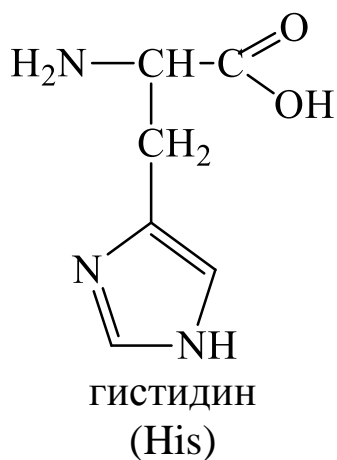
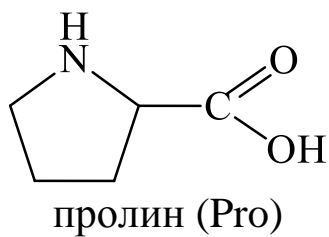
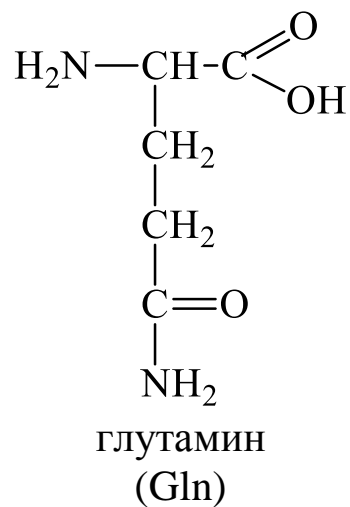
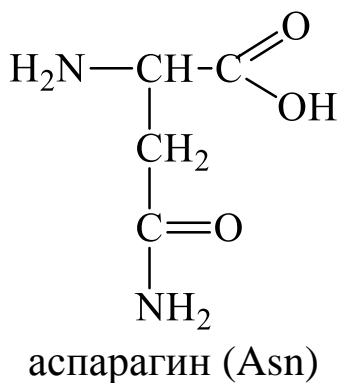
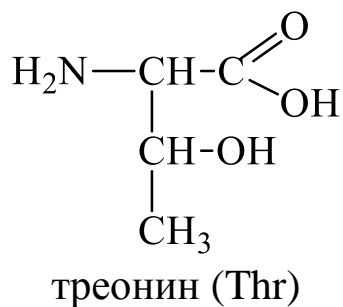
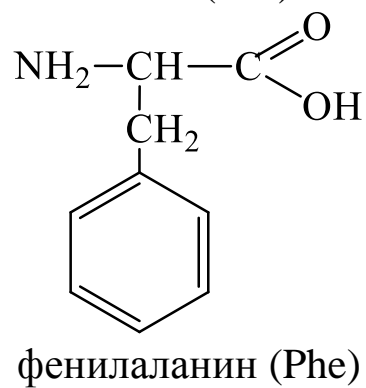
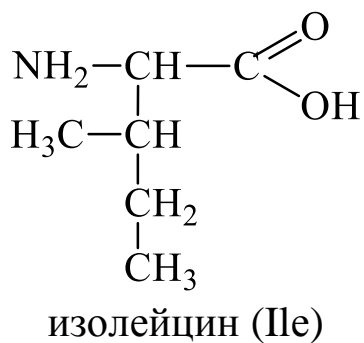
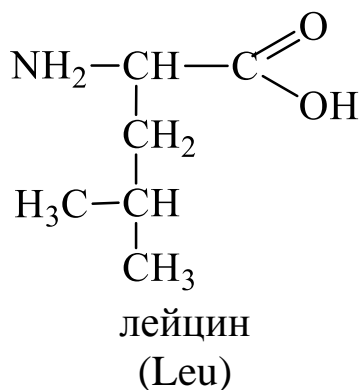
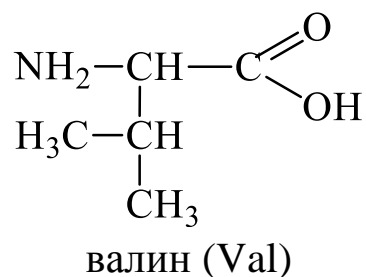
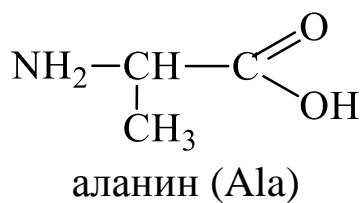
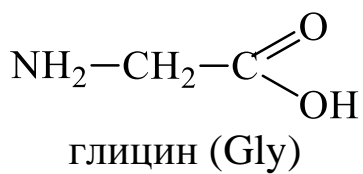
Приложение 1

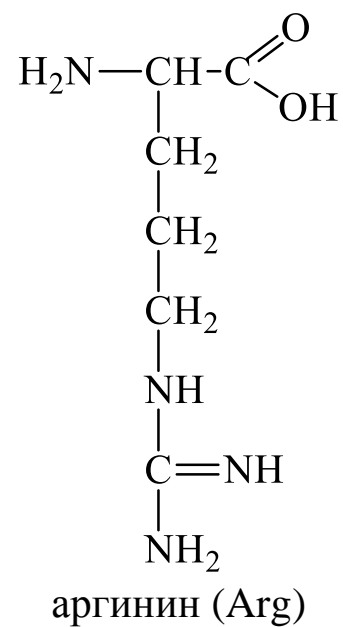
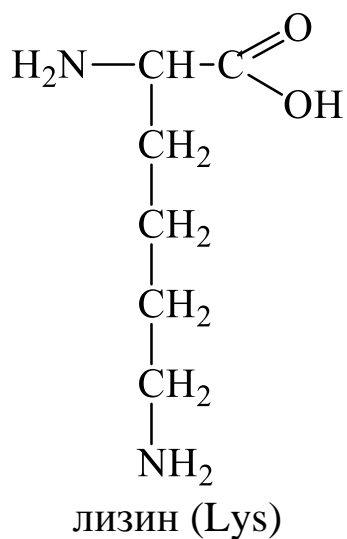
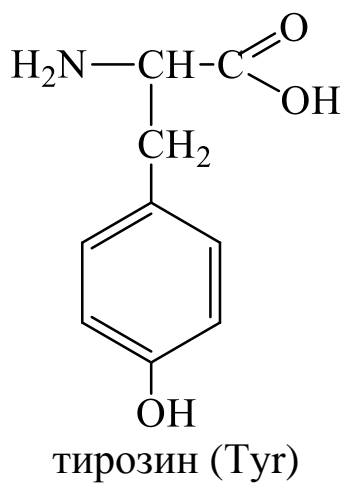
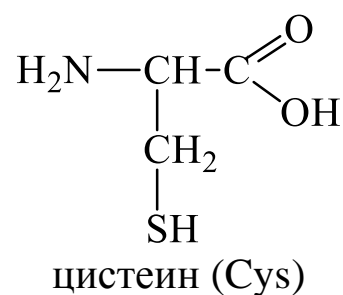
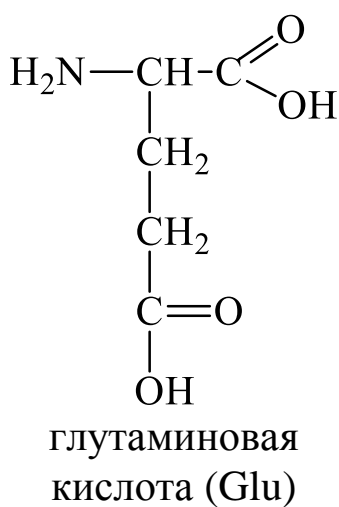
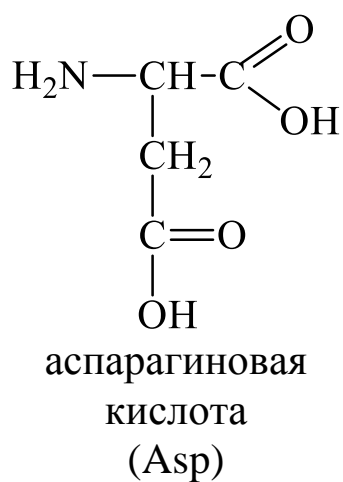
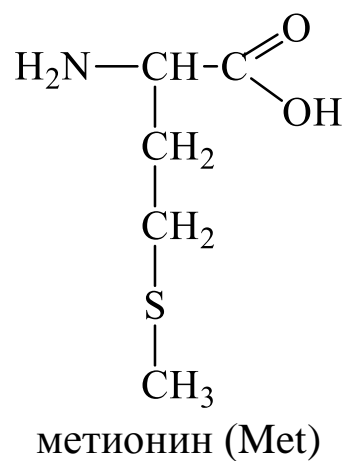
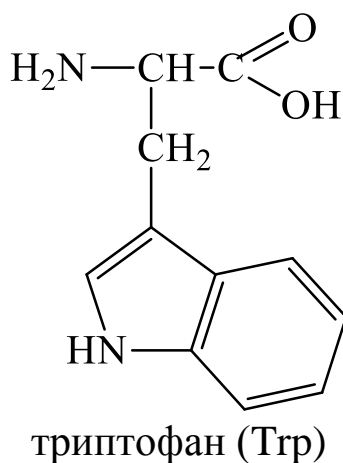
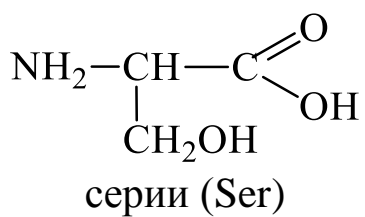
Формулы и названия важнейших карбоновых кислот

Формула	Название кислоты		Тривиальное название ацильного радикала	Название соли
	Систематическое	Тривиальное		
HCOOH	Муравьиная	Метановая	Формил	Формиат
CH_3COOH	Уксусная	Этановая	Ацетил	Ацетат
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$	Пропионовая	Пропановая	Пропионил	Пропионат
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	Масляная	Бутановая	Бутирил	Бутират
$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$	Изомасляная	2-Метилпропановая	Изобутирил	Изобутират
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	Валериановая	Пентановая	Валерил	Валерат
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	Капроновая	Гексановая	Капроил	Капрат
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{COOH}$	Энантовая	Гептановая	Энантил	Энантат
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	Пальмитиновая	Гексадекановая	Пальмитил	Пальмитат
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	Стеариновая	Октадекановая	Стеарил	Стеарат
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$	Акриловая	Пропеновая	Акрилил	Акрилат
$\text{CH}_2=\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{COOH}$	Метакриловая	2-Метилпропеновая	Метакрилил	Метакрилат
$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$	Олеиновая	<i>цис</i> -9-Октадеценая	Олеил	Олеат
$\text{C}_6\text{H}_5-\text{COOH}$	Бензойная	Бензенкарбоновая	Бензоил	Бензоат
$\text{HOOC}-\text{COOH}$	Щавелевая	Этандиовая	Оксалил	Оксалат
$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH}$	Малоновая	Пропандиовая	Малонил	Малонат
$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$	Янтарная	Бутандиовая	Сукцинил	Сукцинат
$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$	Адипиновая	Гександиовая	Адипил	Адипинат

Приложение 2

Аминокислоты, участвующие в синтезе белков





Ответы к расчетным задачам**4.1.**

1 – C_8H_{18} – октан; 2 – C_5H_{12} , 3 изомера; 3 – C_4H_8 ; 4 – C_9H_{20} ; 5 – $\text{C}_6\text{H}_7\text{N}$; 6 – C_6H_{14} – гексан; 7 – $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$; 8 – $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$; 9 – глюкоза.

4.2.

7 – 49,56 г; 8 – 80 %.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	1
2. ЦЕЛЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.....	1
3. ТЕМЫ И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.....	1
4. ЗАДАНИЯ И УПРАЖНЕНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.....	4
4.1. Элементный анализ органических веществ.....	4
4.2. Общие вопросы теории химического строения органических соединений.....	6
4.3. Предельные углеводороды: алканы, циклоалканы.....	9
4.4. Непредельные углеводороды: алкены, алкины, алкадиены.....	11
4.5. Ароматические углеводороды.....	15
4.6. Галогенопроизводные углеводородов.....	19
4.7. Гидроксильные соединения.....	20
4.8. Карбонильные соединения.....	23
4.9. Карбоновые кислоты и их производные.....	25
4.10. Азотсодержащие органические соединения.....	28
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	30
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	32
Ответы к расчетным задачам.....	35

Составитель

Боркина Галина Глебовна

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Методические указания к практическим занятиям
для студентов специальности СПО
18.02.12 Технология аналитического контроля
химических соединений

Рецензенты С. В. Пучков, Е. С. Ушакова

Подписано в печать 30.11.2018. Формат 60×84/16

Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе. Уч.-изд. л. 2,3

Тираж 54 экз. Заказ

КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28

Издательский центр УИП КузГТУ. 560000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4а