

Министерство сельского хозяйства РФ

ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
аграрный университет»

Кафедра химии, биотехнологии и физиологии растений

Н.П. Старовойтова

Е.В. Мартынова

Г.В. Чекин

# УГЛЕВОДОРОДЫ

Издание второе

Брянск 2015

УДК 547 (07)

ББК 24.23

С 77

Старовойтова Н.П. **Углеводороды:** пособие для аудиторной и вне-аудиторной работы студентов. / Н.П. Старовойтова, Е.В. Мартынова, Г.В. Чекин – Брянск: Изд-во Брянского аграрного университета, 2015. – 92 с.

Пособие предназначено для укрупненных групп направлений подготовки: 350000, 360000, 200000, 190000 (по направлениям подготовки, реализуемым в рамках образовательной деятельности Брянской государственной сельскохозяйственной академии)

Рецензент: к.х.н., доцент С.В. Кузнецов

*Рекомендовано к изданию решением учебно-методической комиссии Агроэкологического института протокол №3 от 21 января 2014г.*

© Брянская ГСХА, 2015

© Старовойтова Н.П., 2015

© Мартынова Е.В., 2015

© Чекин Г.В. 2015

## Содержание

Правила техники безопасности при работе в химической лаборатории ....	4
Алканы (парафины) .....	7
Алкены (олефины) .....	10
Диеновые углеводороды (алкадиены).....	13
Алкины (ацетиленовые углеводороды) .....	17
Циклоалканы (циклопарафины) .....	20
Ароматические углеводороды .....	23
Задания для аудиторной самостоятельной работы .....	37
Задания для внеаудиторной самостоятельной работы .....	40
Задания для автоматизированного контроля знаний.....	72
Приложения.....	89
Список литературы .....	91

## ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Студенты, прежде чем приступить к непосредственному выполнению лабораторно-практической работы, обязаны внимательно ознакомиться с сущностью и подробным описанием методики выполнения эксперимента, устройством применяемых аппаратов, приборов и оборудования. При этом необходимо строго и неукоснительно выполнять все указания преподавателя относительно особенностей подготовки проводимого опыта и возможных опасных последствий при несоблюдении правил внутреннего распорядка в лаборатории.

Студент обязан своевременно являться в лабораторию, избегая опозданий и пропусков лабораторно-практических занятий. Пропущенные по уважительной причине занятия в кратчайшие сроки по договоренности с ведущим преподавателем необходимо обязательно отработать. **Помните**, что согласно Уставу Высшей Школы, к экзаменам и зачетам допускаются студенты, отработавшие лабораторный практикум в полном объеме!!!

В лабораторию студент обязан являться, только имея защитную форму одежды (лабораторный халат), быть теоретически подготовленным и иметь в лабораторной тетради необходимые записи.

Многие из веществ, используемых в органической химии, являются в той или иной мере воспламеняющимися, или токсичными, или теми и другими одновременно. Поэтому при работе в лаборатории необходимо строго соблюдать основные правила техники безопасности независимо от того, какой выполняют эксперимент.

1. Категорически запрещается работать одному в лаборатории.
2. Необходимо соблюдать тишину, чистоту и порядок. Поспешность и неряшливость в работе часто приводят к несчастным случаям. Нельзя отвлекаться от работы и отвлекать своих товарищей. Запрещается держать на лабораторном столе посторонние предметы (сумки, учебники и т.д.).
3. Категорически запрещается принимать и хранить пищу, пить воду.
4. В лаборатории необходимо находиться в застегнутом лабораторном халате. Это обеспечивает некоторую индивидуальную защиту и позволяет избежать загрязнения одежды.
5. Нельзя проводить опыты в загрязненной посуде. После окончания эксперимента посуду следует вымыть.
6. Категорически запрещается пробовать химические вещества на вкус. Нюхать вещества следует осторожно, не поднося сосуд близко к лицу, а лишь направляя к себе пары или газы легким движением руки, при этом не следует делать полный вдох. Жидкие органические вещества и их растворы запрещается набирать в пипетки ртом, для этого необходимо использовать резиновые груши и другие приспособления.

7. Запрещается нагревать, смешивать и взбалтывать реактивы вблизи лица. При нагревании жидкого содержимого в пробирке держите последнюю в наклонном положении, отверстием в сторону от себя и своих товарищей.
8. Запрещается выливать в раковину остатки кислот и щелочей, огнеопасных и взрывоопасных, а также сильно пахнущих веществ.
9. Категорически запрещается оставлять даже на короткое время без надлежащего надзора включенные электронагревательные приборы и зажженные спиртовки.

### **Правила техники безопасности при работе с кислотами и щелочами**

1. Хранить концентрированные кислоты и щелочи следует в вытяжном шкафу в прочной посуде на поддоне.
2. Концентрированную соляную и азотную кислоты можно переливать только в вытяжном шкафу. Разбавление кислот следует проводить в жаростойкой посуде, при этом кислоту необходимо приливать к воде небольшими порциями, при перемешивании (нельзя приливать воду к концентрированной кислоте, так как в этом случае выделяется большое количество теплоты, вода, как менее плотное вещество, вскипает на поверхности кислоты, и жидкость может быть выброшена из сосуда).
3. При растворении гидроксидов натрия и калия кусочки щелочи можно брать только пинцетом или шпателем, но не руками; растворение этих веществ, следует проводить небольшими порциями.

### **Правила техники безопасности при работе с легковоспламеняющимися жидкостями**

1. Работы с легковоспламеняющимися жидкостями (ЛВЖ) следует проводить подальше от огня. Запрещается нагревать летучие и легковоспламеняющиеся жидкости (ацетон, эфиры, спирты, петролейный эфир, бензин, бензол) на открытом пламени. Для нагревания ЛВЖ можно пользоваться водяной баней или электрической плиткой с закрытой спиралью, при этом колба должна быть снабжена водяным холодильником.
2. Категорически запрещается выливать ЛВЖ в канализацию, ведра и ящики для мусора, так как случайно брошенная спичка может вызвать пожар.
3. ЛВЖ должны храниться в металлических шкафах в количествах, не превышающих ежедневные потребности.

### **Меры безопасности при тушении локального пожара и горячей одежды**

1. При возникновении пожара нужно быстро убрать все горючие вещества подальше от места возгорания, отключить все электроприборы и прекратить активный доступ воздуха в лабораторию.
2. Пламя следует тушить песком или противопожарным одеялом. Тушение пламени водой может привести к расширению очага пожара. В случае более обширной площади возгорания следует пользоваться огнетушителем.
3. Если на ком-либо загорится одежда, необходимо плотно накрыть загоревшуюся ткань противопожарным одеялом. При возгорании одежды нельзя бежать, так как это способствует распространению пламени.

### **Оказание первой медицинской помощи при ожогах и отравлениях химическими веществами**

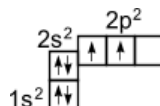
1. При термических ожогах первой степени (краснота и припухлость) обожженное место надо обработать спиртовым раствором танина, 96%-ным этиловым спиртом или раствором перманганата калия. При ожогах второй и третьей степени (пузыри и язвы) допустимы только обеззараживающие примочки из раствора перманганата калия, после чего необходимо обратиться к врачу.
2. При ожогах кислотами необходимо промыть пораженное место большим количеством проточной воды, а затем 3%-ным раствором гидрокарбоната натрия, после чего – снова водой.
3. При ожогах щелочами нужно промыть очаг поражения проточной водой, а затем разбавленным раствором борной или уксусной кислоты.
4. При попадании щелочи или кислоты в глаза необходимо промыть их проточной водой (3-5мин), а затем раствором борной кислоты (в случае попадания щелочи) или гидрокарбоната натрия (в случае попадания кислоты), после чего обратиться к врачу.
5. При ожогах фенолом очаг поражения следует обработать 70%-ным этиловым спиртом, а затем глицерином до исчезновения белых пятен на коже. При отравлении парами фенола категорически запрещается пить молоко.
6. При ожогах бромом его нужно смыть 96%-ным спиртом или разбавленным раствором щелочи, после чего место поражения смазать мазью от ожогов и обратиться к врачу. При отравлении парами брома необходимо несколько раз глубоко вдохнуть пары этилового спирта, а затем выпить молока.

## АЛКАНЫ (ПАРАФИНЫ)

К предельным углеводородам – алканам (парафины, от лат. *parum affinis* – малоактивный) относятся соединения с открытой цепью, в которых атомы углерода соединены друг с другом простыми (одинарными) связями, а остальные свободные их валентности насыщены атомами водорода. Члены гомологического ряда предельных углеводородов отвечают общей формуле  $C_nH_{2n+2}$ .

### Строение алканов

Электронное строение атома углерода изображается следующим образом:  $1s^2 2s^2 2p^2$  или схематически



На внешней оболочке имеются два неспаренных электрона, следовательно углерод должен быть двухвалентен. Однако в подавляющем большинстве случаев углерод в органических соединениях четырехвалентен. Это связано с тем, что при образовании ковалентной связи атом углерода переходит в возбужденное состояние, при котором электронная пара на 2s- орбитали разобщается и один электрон занимает вакантную p-орбиталь.



В результате имеется уже не два, а четыре неспаренных электрона. Поскольку эти четыре электрона различны (2s- и 2p- электроны), то должны бы быть различны и связи у атома углерода, однако однозначно показано, что они равнозначны. Оказывается при "смешении" четырех орбиталей возбужденного атома углерода (одной 2s- и трех 2p- орбиталей) образуются четыре равноценные  $sp^3$ - гибридные орбитали. Они имеют форму гантели, одна из половин которой значительно больше другой. Вследствие взаимного отталкивания  $sp^3$ - гибридные орбитали направлены в пространстве к вершинам тетраэдра и углы между ними равны  $109^{\circ}28'$  (наиболее выгодное расположение, рис. 1А).

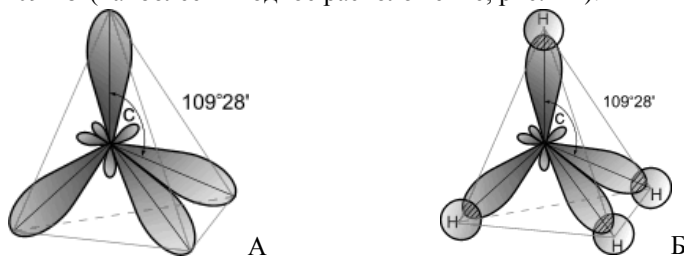


Рис.1 Модель  $sp^3$ - гибридного состояния электронной оболочки атома углерода (А) и строение молекулы метана (Б)

$sp^3$ -гибридизация характерна для атомов углерода в насыщенных углеводородах (алканах) – в частности, в метане (рис.1Б). Каждая  $sp^3$ -гибридная орбиталь при перекрывании с s-орбиталью атомов водорода образует с ними четыре  $\sigma$ -связи.  **$\sigma$ -Связь – это одинарная ковалентная связь, образованная при перекрывании орбиталей по прямой, соединяющей ядра атомов, с максимумом перекрывания на этой прямой.**

В молекуле этана ( $CH_3-CH_3$ ) одна из семи  $\sigma$ -связей образуется в результате перекрывания двух  $sp^3$ -гибридных орбиталей атомов углерода (рис. 2).

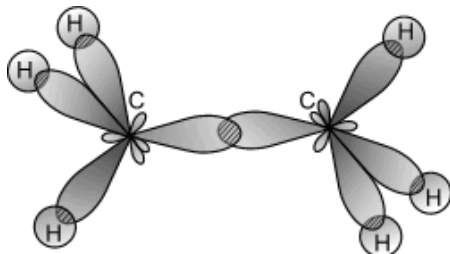


Рис. 2. Образование молекулы этана перекрыванием двух гибридных электронных облаков атомов углерода.

### Изомерия

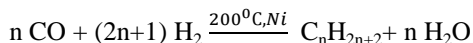
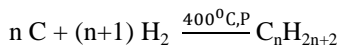
Для алканов характерны два вида изомерии:

1. Структурная (изомерия углеродного скелета) - вещества отличаются друг от друга порядком связи атомов в молекуле.
2. Пространственная (конформационная) - углеводородные цепи молекул алканов могут вращаться вокруг простых связей, принимать различные геометрические формы и переходить друг в друга. Такие формы называются конформациями или поворотными изомерами (конформерами)

Первые три члена гомологического ряда алканов – метан, этан, пропан – не имеют изомеров. Четвертый член – бутан  $C_4H_{10}$  имеет два изомера: нормальный бутан с неразветвленной углеродной цепью и изобутан с разветвленной цепью. Число изомеров возрастает с увеличением в молекуле углеводорода числа углеродных атомов. Так, у пентана их 3, у гексана - 5, у гептана - 9, у октана - 18, нонана - 35, а у декана  $C_{10}H_{22}$  – уже 75.

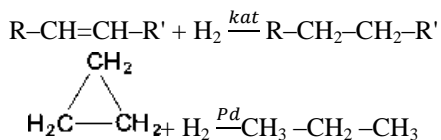
### Получение

1. Фракционная перегонка нефти, природного газа или смесей углеводородов, получаемых гидрированием угля.

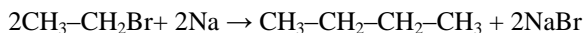




2. Гидрирование непредельных или циклических углеводородов в присутствии катализаторов (платины, палладия, никеля).



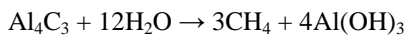
3. Реакцией Вюрца, заключающейся в действии металлического натрия на моногалогенопроизводные углеводородов.



4. Декарбосилирование карбоновых кислот при сплавлении их со щелочами.



5. Гидролиз карбида алюминия (получение метана).



### Физические свойства

В обычных условиях первые четыре члена гомологического ряда алканов – газы,  $C_5-C_{17}$  – жидкости, а начиная с  $C_{18}$  – твердые вещества. Температуры плавления и кипения алканов их плотности увеличиваются с ростом молекулярной массы (табл. 1). Все алканы легче воды, в ней не растворимы, однако растворимы в неполярных растворителях (например, в бензоле) и сами являются хорошими растворителями.

Таблица 1. Физические свойства некоторых алканов

Название	Формула	t пл., °C	t кип., °C
Метан	$CH_4$	-182,5	-161,5
Этан	$C_2H_6$	-182,8	-88,6
Пропан	$C_3H_8$	-187,6	-42,1
Бутан	$C_4H_{10}$	-138,3	-0,5
Изобутан	$CH_3-CH(CH_3)-CH_3$	-159,4	-11,7
Пентан	$C_5H_{12}$	-129,7	+36,1
Изопентан	$(CH_3)_2CH-CH_2-CH_3$	-159,9	+27,9

## Химические свойства

Предельные углеводороды в обычных условиях не взаимодействуют ни с концентрированными кислотами, ни со щелочами, ни даже с таким активным реагентом как перманганат калия. Для них свойственны реакции замещения водородных атомов и расщепления. Эти реакции вследствие прочности связей С–С и С–Н протекают или при нагревании, или на свету, или с применением катализаторов.

1. Реакция горения
2. Реакция окисления
3. Реакции замещения (галогенирование, нитрование, сульфохлорирование)
4. Реакция изомеризации
5. Реакция распада
6. Реакция дегидрирования
7. Крекинг

## Применение

Первый в ряду алканов – метан – является основным компонентом природных и попутных газов и широко используется в качестве промышленного и бытового газа. Перерабатывается в промышленности в ацетилен, газовую сажу, фторо- и хлоропроизводные. Низшие члены гомологического ряда используются для получения соответствующих непредельных соединений реакцией дегидрирования. Смесь пропана и бутана используется в качестве бытового топлива. Средние члены гомологического ряда применяются как растворители и моторные топлива. Высшие алканы используются для производства высших жирных кислот, синтетических жиров, смазочных масел и т.д.

## АЛКЕНЫ (ОЛЕФИНЫ)

Алкенами или олефинами, или этиленовыми углеводородами называются углеводороды, содержащие в молекуле одну двойную связь и имеющие общую формулу  $C_nH_{2n}$ .

### Строение этена (этилена)

Углеродные атомы в молекуле этилена находятся в состоянии  $sp^2$ -гибридизации, т.е. в гибридизации участвуют одна s- и две p-орбитали.

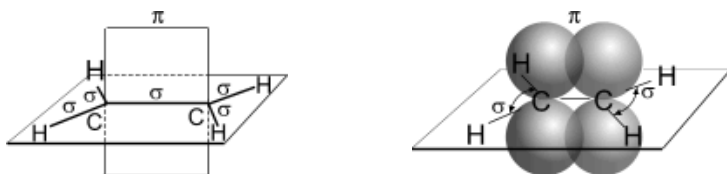


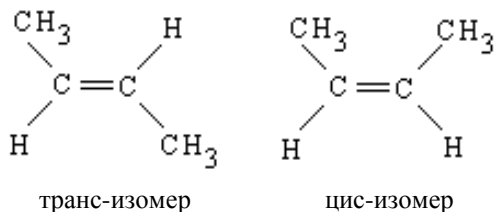
Рис. 3. Схематическое изображение строения молекулы этилена

В результате каждый атом углерода обладает тремя гибридными  $sp^2$ -орбиталями, оси которых находятся в одной плоскости под углом  $120^\circ$  друг к другу, и одной негибридной гантелеобразной р-орбиталью, ось которой расположена под прямым углом к плоскости осей трех  $sp^2$ -орбиталей (рис. 3.). Одна из трех гибридных орбиталей атома углерода перекрывается с подобной орбиталью другого атома углерода, образуя  $\sigma$ -связь. Каждая оставшаяся гибридная орбиталь атомов углерода перекрывается с s-орбиталью атомов водорода, приводя к образованию в той же плоскости четырех  $\sigma$ -связей С–Н. Две негибридные р-орбитали атомов углерода взаимно перекрываются и образуют  $\pi$ -связь, максимальная плотность которой расположена перпендикулярно плоскости  $\sigma$ -связей. Следовательно, двойная связь алкенов представляет собой сочетание  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей.

$\pi$ -Связь менее прочна, чем  $\sigma$ -связь, так как р-орбитали с параллельными осями перекрываются значительно меньше, чем при образовании теми же р-орбиталями и s-орбиталями  $\sigma$ -связи (перекрывание осуществляется по оси орбиталей). В связи с этим,  $\pi$ -связь легко разрывается и переходит в две новые –  $\sigma$ -связи посредством присоединения по месту двойной связи двух атомов или групп атомов реагирующих веществ. Следовательно, для алкенов наиболее типичными являются реакции присоединения. В них двойная связь выступает как донор электронов, поэтому для алкенов характерны реакции электрофильного присоединения.

### Изомерия

1. Структурная (изомерия углеродного скелета, положения двойной связи).
2. Пространственная (геометрическая, цис- транс- изомерия) – обусловлена отсутствием свободного вращения атомов, связанных двойной связью.

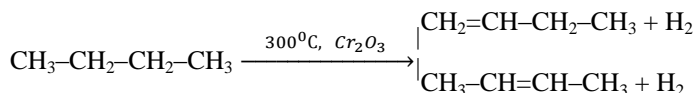


Метильные группы могут располагаться как по одну сторону двойной связи (цис-изомер, лат. *cis* - на этой стороне), так и по разные стороны (транс-изомер, лат. *trans*- через, на другой стороне). Превращение изомеров друг в друга невозможно без разрыва двойной связи.

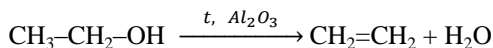
3. Межклассовая изомерия (изомерны циклоалканам).

## Получение

1. Газы крекинга и пиролиза нефтепродуктов, а также газы коксования угля (промышленный способ получения этилена, пропилена, бутиленов и пентиленов).
2. Дегидрогенизация алканов при повышенной температуре с катализатором.

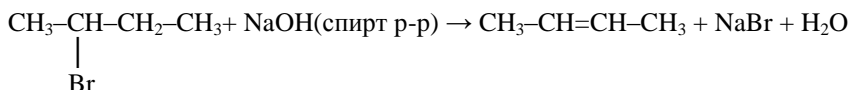


3. Дегидратация (отщепление воды) спиртов при нагревании с водоотнимающими средствами (концентрированная серная или фосфорная кислоты) или при пропускании паров спирта над катализатором (окись алюминия).

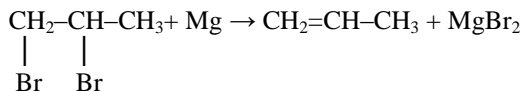


Порядок дегидратации вторичных и третичных спиртов определяет правило А.М. Зайцева: **«При образовании воды атом водорода отщепляется от наименее гидрогенизированного соседнего атома углерода, т.е. с наименьшим количеством водородных атомов».**

4. Дегидрогалогенирование (отщепление галогеноводорода) галогенопроизводных при действии спиртового раствора щелочи (реакция протекает по правилу А.М. Зайцева).



5. Реакция дегалогенирования (отщепление двух атомов галогена от соседних атомов углерода) при нагревании дигалогенидов с активными металлами.



## Физические свойства

По физическим свойствам этиленовые углеводороды близки к алканам. При нормальных условиях углеводороды  $\text{C}_2\text{-C}_4$  – газы,  $\text{C}_5\text{-C}_{17}$  – жидкости, высшие представители – твердые вещества. Температура их плавления и кипения, а также плотность увеличиваются с ростом молекулярной массы. Все олефины легче воды, плохо растворимы в ней, однако растворимы в органических растворителях.

## Химические свойства

1. Реакция горения
2. Реакция окисления
3. Реакции присоединения (гидрирование, галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация)
4. Реакция изомеризации
5. Реакции полимеризации

## Применение

Алкены широко используются в промышленности в качестве исходных веществ для получения растворителей (спирты, дихлорэтан, эфиры гликолей и пр.), полимеров (полиэтилен, поливинилхлорид, полиизобутилен и др.), а также многих других важнейших продуктов.

## ДИЕНОВЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (АЛКАДИЕНЫ)

Диеновые углеводороды или алкадиены – это непредельные углеводороды, содержащие две двойные углерод - углеродные связи. Общая формула алкадиенов  $C_nH_{2n-2}$ .

## Строение алкадиенов

Атомы углерода в молекуле бутадиена-1,3 находятся в  $sp^2$  - гибридном состоянии, что означает расположение этих атомов в одной плоскости и наличие у каждого из них одной р- орбитали, занятой одним электроном и расположенной перпендикулярно к упомянутой плоскости.

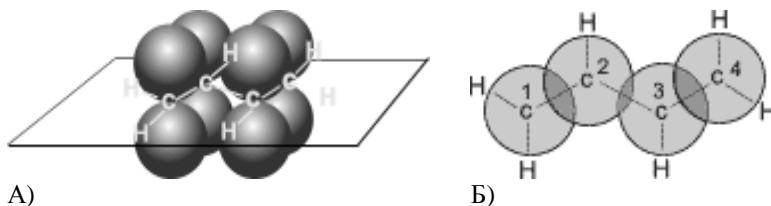


Рис. 4. Схематическое изображение строения молекул бутадиена-1,3 (А) и вид модели сверху (Б). Перекрытие электронных облаков между  $C_1-C_2$  и  $C_3-C_4$  больше, чем между  $C_2-C_3$ .

p- Орбитали всех атомов углерода перекрываются друг с другом, т.е. не только между первым и вторым, третьим и четвертым атомами, но и также между вторым и третьим. Отсюда видно, что связь между вторым и третьим атомами углерода не является простой  $\sigma$ - связью, а обладает некоторой плотностью  $\pi$ - электронов, т.е. слабым характером двойной связи (рис. 4). Это означает, что  $\sigma$ - электроны не принадлежат строго определен-

ным парам атомов углерода. В молекуле отсутствуют в классическом понимании одинарные и двойные связи, а наблюдается делокализация  $\pi$ -электронов, т.е. равномерное распределение  $\pi$ -электронной плотности по всей молекуле с образованием единого  $\pi$ -электронного облака.

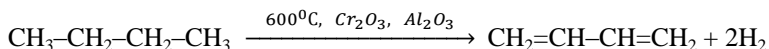
Взаимодействие двух или нескольких соседних  $\pi$ -связей с образованием единого  $\pi$ -электронного облака, в результате чего происходит передача взаимовлияния атомов в этой системе, называется *эффектом сопряжения*. Таким образом, молекула бутадиена -1,3 характеризуется системой сопряженных двойных связей. Такая особенность в строении диеновых углеводородов делает их способными присоединять различные реагенты не только к соседним углеродным атомам (1,2- присоединение), но и к двум концам сопряженной системы (1,4- присоединение) с образованием двойной связи между вторым и третьим углеродными атомами. Очень часто продукт 1,4- присоединения является основным.

### Изомерия

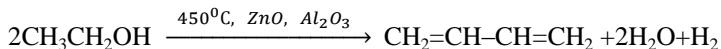
1. Структурная (изомерия углеродного скелета, положения двойной связи).
2. Пространственная (геометрическая, цис- транс- изомерия) – обусловлена отсутствием свободного вращения атомов, связанных двойной связью.
3. Межклассовая изомерия (изомеры алкинов).

### Получение

1. Дегидрированием алканов, содержащихся в природном газе и газах нефтепереработки, при пропускании их над нагретым катализатором



2. Дегидрированием и дегидратацией этилового спирта при пропускании паров спирта над нагретыми катализаторами (метод акад. С.В.Лебедева)

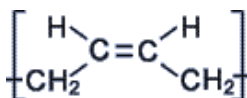


### Физические свойства

Бутадиен -1,3 – легко сжижающийся газ с неприятным запахом,  $t_{пл.} = -108,90^\circ\text{C}$ ,  $t_{кип.} = -4,50^\circ\text{C}$ ; растворяется в эфире, бензоле, не растворяется в воде. 2- Метилбутадиен -1,3 – летучая жидкость,  $t_{пл.} = -146,0^\circ\text{C}$ ,  $t_{кип.} = 34,10^\circ\text{C}$ ; растворяется в большинстве углеводородных растворителях, эфире, спирте, не растворяется в воде.

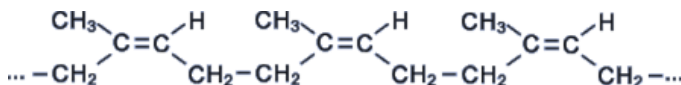


элементарной ячейки. Однако наиболее ценные в практическом отношении продукты получаются при стереорегулярной (пространственно упорядоченной) полимеризации диеновых углеводородов по схеме 1,4- присоединения с образованием *цис*- конфигурации полимерной цепи. Например, *цис*- полибутадиен:



#### *Натуральный и синтетический каучуки*

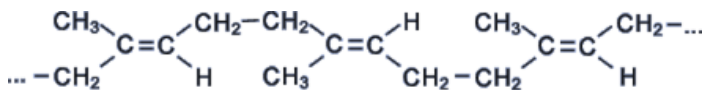
Натуральный каучук получают из млечного сока (латекса) каучуконосного дерева гевеи, растущего в тропических лесах Бразилии. При нагревании без доступа воздуха каучук распадается с образованием диенового углеводорода – 2- метилбутадиена-1,3 (изопрен). Каучук – это стереорегулярный полимер, в котором молекулы изопрена соединены друг с другом по схеме 1,4- присоединения с *цис*- конфигурацией полимерной цепи:



цис-полиизопрен (каучук)

Молекулярная масса натурального каучука колеблется в пределах от  $7 \cdot 10^4$  до  $2,5 \cdot 10^6$ .

*Транс*- полимер изопрена также встречается в природе в виде гуттаперчи:



транс-полиизопрен (гуттаперча)

Натуральный каучук обладает уникальным комплексом свойств: высокой текучестью, устойчивостью к износу, клейкостью, водо- и газонепроницаемостью. Для придания каучуку необходимых физико-механических свойств: прочности, эластичности, стойкости к действию растворителей и агрессивных химических сред – каучук подвергают вулканизации нагреванием до 130-140<sup>0</sup>С с серой. В упрощенном виде процесс вулканизации каучука можно представить следующим образом:





## Строение ацетилена

Углеродные атомы в молекуле ацетилена находятся в состоянии  $sp$ -гибридизации. Это означает, что каждый атом углерода обладает двумя гибридными  $sp$ -орбиталями, оси которых расположены на одной линии под углом  $180^\circ$  друг к другу, а две  $p$ -орбитали остаются негибридными.



Рис. 5. Схематическое изображение строения молекулы ацетилена

По одной из двух гибридных орбиталей каждого атома углерода взаимно перекрываются, приводя к образованию  $\sigma$ -связи между атомами углерода. Каждая оставшаяся гибридная орбиталь перекрывается с  $s$ -орбиталью атома водорода, образуя  $\sigma$ -связь C–H (рис. 5).

Две негибридные  $p$ -орбитали каждого атома углерода, расположенные перпендикулярно друг другу и перпендикулярно направлению  $\sigma$ -связей, взаимно перекрываются и образуют две  $\pi$ -связи. Таким образом, тройная связь характеризуется сочетанием одной  $\sigma$ - и двух  $\pi$ -связей.

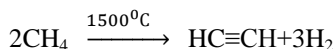
Для алкинов характерны все реакции присоединения, свойственные алкенам, однако у них после присоединения первой молекулы реагента остается еще одна  $\pi$ -связь (алкин превращается в алкен), которая вновь может вступать в реакцию присоединения со второй молекулой реагента. Кроме того, "незамещенные" алкины проявляют кислотные свойства, связанные с отщеплением протона от атома углерода, составляющего тройную связь.

### Изомерия

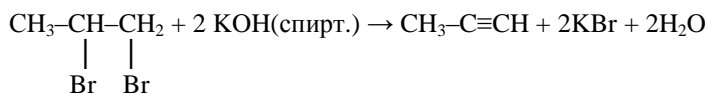
1. Структурная (изомерия углеродного скелета, положения тройной связи).
2. Межклассовая изомерия (изомеры алкадиенам).

### Получение

1. Высокотемпературный пиролиз метана (промышленное получение ацетилена)



2. Щелочной гидролиз дигалогеналканов. Атомы галогена при этом могут быть расположены как у соседних атомов углерода, так и у одного углеродного атома.



3. Разложение карбида кальция водой (получение ацетилена)



### Физические свойства

По физическим свойствам алкины напоминают алкены и алканы. Температуры их плавления и кипения увеличиваются с ростом молекулярной массы. В обычных условиях алкины  $\text{C}_2\text{-C}_3$  – газы,  $\text{C}_4\text{-C}_{16}$  – жидкости, высшие алкины – твердые вещества. Наличие тройной связи в цепи приводит к повышению температуры кипения, плотности и растворимости их в воде по сравнению с олефинами и парафинами. Физические свойства некоторых алкинов сведены в таблице.

Таблица 2. Физические свойства некоторых алкинов

Название	Формула	tпл., °С	tкип., °С
Ацетилен	$\text{HC}\equiv\text{CH}$	-80,8	-83,6
Метилацетилен	$\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH}$	-102,7	-23,3
Бутин-1	$\text{C}_2\text{H}_5\text{-C}\equiv\text{CH}$	-122,5	+8,5
Бутин-2	$\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{C-CH}_3$	-32,3	+27,0
Пентин-1	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-C}\equiv\text{CH}$	-98,0	+39,7
Пентин-2	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}\equiv\text{C-CH}_3$	-101,0	+56,1

### Химические свойства

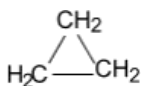
1. Реакция горения
2. Реакция окисления
3. Реакции присоединения (гидрирование, галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация)
4. Реакция изомеризации
5. Реакции полимеризации
6. Реакции замещения (кислотные свойства).

## Применение

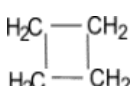
При горении ацетилена в кислороде температура пламени достигает  $3150^{\circ}\text{C}$ , поэтому ацетилен используют для резки и сварки металлов. Кроме того, ацетилен широко используется в органическом синтезе разнообразных веществ, например, уксусной кислоты, 1,1,2,2-тетрахлорэтана и др. Он является одним из исходных веществ при производстве синтетических каучуков, поливинилхлорида и других полимеров.

## ЦИКЛОАЛКАНЫ (ЦИКЛОПАРАФИНЫ)

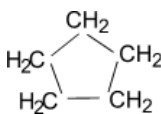
Циклоалканы – это углеводороды с замкнутыми цепями (циклами). По своим свойствам они напоминают алканы, отсюда и произошло их название – циклоалканы (циклопарафины). Общая формула гомологического ряда циклоалканов  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ . Представителями этого ряда соединений являются:



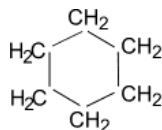
Циклопропан



Циклобутан



Циклопентан



Циклогексан

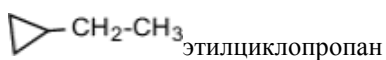
Очень часто в органической химии структурные формулы перечисленных циклоалканов изображают без символов С и Н простыми геометрическими фигурами:



## Изомерия

1. Структурная:

а) число углеродных атомов в кольце:

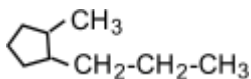


этилциклопропан

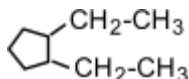


метилциклобутан

б) число углеродных атомов в заместителях:

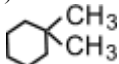


1-метил-2-пропилциклопентан

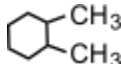


1,2-диэтилциклопентан

в) положением заместителя в цикле:



1,1-диметилциклогексан

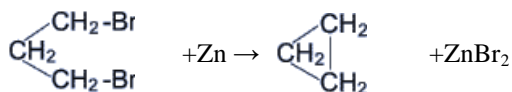


1,2-диметилциклогексан

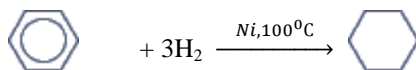
2. Геометрическая (цис- транс- изомерия).
3. Оптическая (проявляется в том случае, если молекула не имеет плоскости симметрии).
4. Межклассовая изомерия (с алкенами).

### Получение

1. Циклизация дигалогенопроизводных углеводородов (при действии цинка в этиловом спирте на соответствующее дигалогенопроизводное цепь углеродных атомов замыкается, приводя к циклоалкану, реакция Г. Густавсона).



2. Гидрогенизация ароматических соединений.



### Физические свойства

Циклоалканы имеют более высокие температуры плавления, кипения (табл. 3) и большую плотность, чем соответствующие алканы. При одинаковом составе температура кипения циклопарафина тем выше, чем больше размер цикла. Циклоалканы в воде практически не растворимы, однако растворимы в органических растворителях.

Таблица 3. Физические свойства некоторых циклоалканов

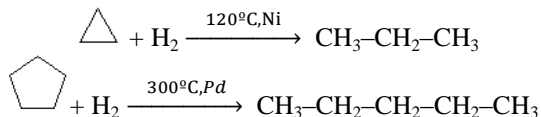
Соединение	tпл., °С	tкип., °С
Циклопропан	- 126,9	- 33,0
Метилциклопропан	- 177,2	+ 0,7
Циклобутан	- 80,0	+ 0,1
Метилциклобутан	- 149,3	+ 36,8
Циклопентан	- 94,4	+ 49,3
Метилциклопентан	- 142,2	+ 71,9
Циклогексан	+ 6,5	+ 80,7

### Химические свойства

Химические свойства циклопарафинов зависят от числа атомов углерода, составляющих цикл. Низшие циклоалканы (циклопропан и циклобутан) ведут себя как ненасыщенные углеводороды, они способны вступать в реакции присоединения. Циклоалканы с большим количеством

углеродных атомов в цикле ведут себя как алканы, для них характерны реакции замещения.

1. Гидрирование. При каталитическом гидрировании трех-, четырех- и пятичленные циклы разрываются с образованием алканов

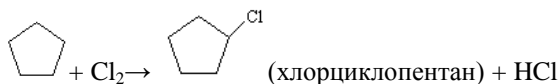


Пятичленный цикл разрывается при более высоких температурах.

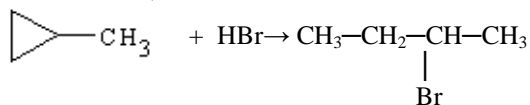
2. Галогенирование. Трехчленный цикл при галогенировании разрывается, присоединя атомы галогена



Циклопарафины с пяти- и шестичленными циклами вступают при галогенировании в обычные для парафинов реакции замещения.



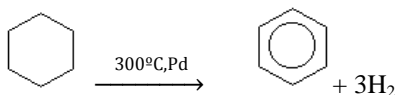
3. Гидрогалогенирование. Циклопропан и его гомологи взаимодействуют с галогеноводородами с разрывом цикла.



Реакция осуществляется в соответствии с правилом Марковникова. Другие циклопарафины с галогеноводородами не реагируют.

4. Дегидрирование.

Соединения с шестичленными циклами при нагревании с катализаторами дегидрируются с образованием ароматических углеводородов.



5. Окисление. Несмотря на устойчивость циклопарафинов к окислителям в обычных условиях, при нагревании сильные окислители превращают их в двухосновные карбоновые кислоты с тем же числом углеродных атомов.

### Применение

Наибольшее практическое значение имеют циклогексан, этилциклогексан. Циклогексан используется для получения циклогексанола, циклогексанона, адипиновой кислоты, капролактама, а также в качестве растворителя. Циклопропан используется в медицинской практике в качестве ингаляционного анестезирующего средства.

## АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

### Строение молекулы бензола. Аromaticность

Ароматические углеводороды (арены) – это углеводороды, молекулы которых содержат одно или несколько бензольных колец. Общая формула гомологического ряда ароматических углеводородов  $C_nH_{2n-6}$ .

Простейшим представителем ароматических углеводородов является бензол, молекулярная формула которого  $C_6H_6$ . Установлено, что все атомы углерода в молекуле бензола лежат в одной плоскости, образуя правильный шестиугольник (рис. 6). Каждый атом углерода связан с одним атомом водорода. Длины всех связей углерод-углерод одинаковы и составляют 0,139 нм.

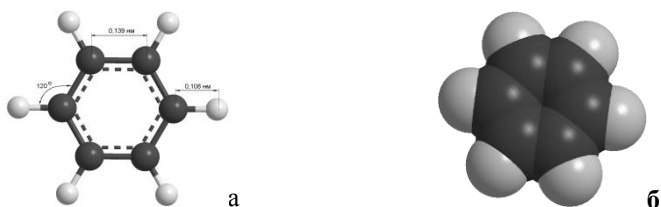
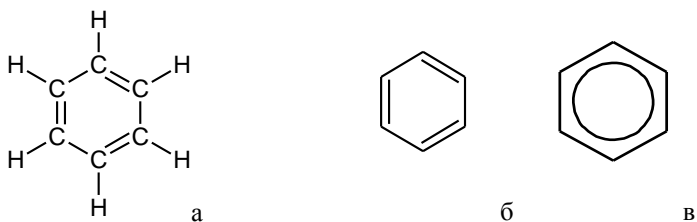


Рис. 6. Модели молекулы бензола: а) шаростержневая; в) полусферическая.

Для изображения молекулы бензола пользуются следующими структурными формулами:



Формулы а) и б) предложил в 1865 г немецкий химик Август Кекуле. Несмотря на то, что они недостаточно точно передают строение молекулы бензола, их используют до сих пор и называют формулами Кекуле.

Исторически название «ароматические углеводороды» сложилось потому, что многие производные бензола, которые первыми были выделены из природных источников, обладали приятным запахом. В настоящее время под понятием «ароматичность» подразумевают, прежде всего, особый характер реакционной способности веществ, обусловленный, в свою очередь, особенностями строения молекул этих соединений.

В соответствии с молекулярной формулой  $C_6H_6$  бензол является насыщенным соединением, и можно ожидать, что для него были бы ха-

рактены типичные для алкенов реакции присоединения. Однако в условиях, в которых алкены быстро вступают в реакции присоединения, бензол не реагирует или реагирует медленно. Бензол не дает и характерных качественных реакций, свойственных непредельным углеводородам: он не обесцвечивает бромную воду и водный раствор перманганата калия.

Такой характер реакционной способности объясняется наличием в ароматическом кольце сопряженной системы – единого  $\pi$ -электронного облака.

В молекуле бензола каждый атом углерода находится в состоянии  $sp^2$ -гибридизации и связан тремя  $\sigma$ -связями с двумя атомами углерода и одним атомом водорода. Четвертый валентный электрон атома углерода находится на  $p$ -орбитали, перпендикулярной плоскости молекулы. В молекуле бензола происходит боковое перекрывание  $p$ -орбиталей каждого атома углерода с  $p$ -орбиталями обоих соседних атомов углерода (рис. 7). В результате такого сопряжения образуется единое  $\pi$ -электронное облако, расположенное над и под плоскостью бензольного кольца – осуществляется круговое сопряжение. В молекуле бензола нельзя выделить трех двойных и трех простых связей. Электронная плотность распределяется равномерно, и все связи между атомами углерода оказываются совершенно одинаковыми. Такая циклическая система с общим облаком из шести электронов очень устойчива, энергетически выгодна; поэтому бензол преимущественно вступает в те реакции, в которых ароматическое кольцо сохраняется.



Рис. 7. Электронное строение молекулы бензола: а) схема перекрывания  $p$ -орбиталей; б) единое  $\pi$ -электронное облако.

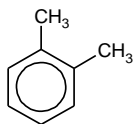
## Изомерия

### 1. Структурная изомерия

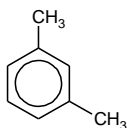
#### а) изомерия положения заместителей в бензольном кольце

Если с бензольным кольцом связаны два заместителя, то они могут находиться в трех различных положениях относительно друг друга: рядом (такое положение обозначают приставкой *орто*-), через один атом углерода (*мета*-), и напротив друг друга (*пара*-). Диметилбензол, структурные формулы изомеров которого приведены ниже, имеет тривиальное название ксилол.

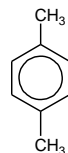




1,2-диметилбензол;  
орто-диметилбензол;  
орто-ксилол;

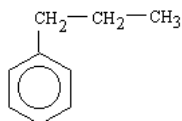


1,3-диметилбензол;  
мета-диметилбензол;  
мета-ксилол;

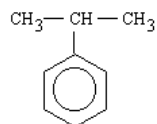


1,4-диметилбензол;  
пара-диметилбензол;  
пара-ксилол.

б) изомерия углеводородного радикала



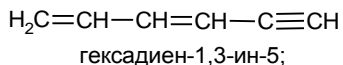
пропилбензол



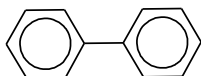
изопропилбензол (кумол)

2. Межклассовая изомерия

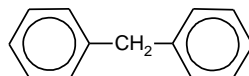
Бензолу изомерны неперекрывающиеся нециклические углеводороды, содержащие две тройные или две двойные и одну тройную связи в молекуле, например:



Арены могут содержать несколько бензольных ядер в молекуле. Такие вещества называют полиядерными ароматическими углеводородами. Их разделяют на соединения с изолированными бензольными ядрами, например:

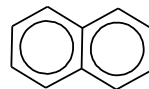


дифенил;



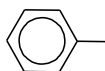
дифенилметан;

и соединения с конденсированными бензольными ядрами, простейшим примером которых является нафталин:

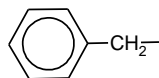


нафталин.

Названия радикалов, образованных ароматическими углеводородами:



фенил;



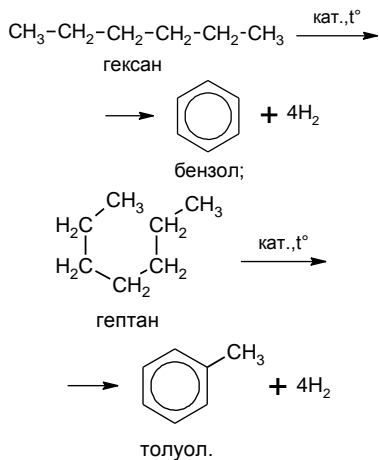
бензил.

## Получение бензола и его гомологов

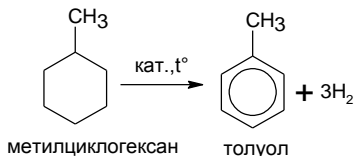
### 1. Дегидрирование и дегидроциклизация алифатических углеводородов.

Процесс превращения алканов в арены называется дегидроциклизацией, т.к. одновременно включает в себя две реакции: замыкание в цикл линейного углеводорода и отщепление водорода. Из гексана получается бензол, из гептана – толуол, из октана – смесь этилбензола и ксилолов:

В качестве катализаторов в этих процессах используют платину, палладий или  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , нанесенные на оксид алюминия.



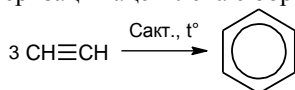
### 2. Дегидрирование циклогексана и его гомологов



Промышленный процесс, в ходе которого из углеводородов нефти путем описанных выше реакций дегидроциклизации и дегидрирования получаются арены, называется риформингом.

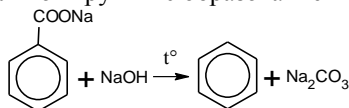
### 3. Тримеризация ацетилена

При пропускании ацетилена над активированным углем при 400-600 °С происходит тримеризация ацетилена с образованием бензола:



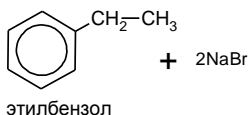
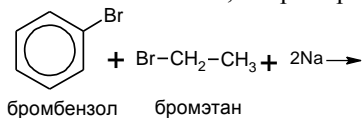
### 4. Сплавление солей бензойной кислоты со щелочью.

При сплавлении солей бензойной кислоты со щелочью происходит отщепление карбоксильной группы с образованием бензола:



## 5. Реакция Вюрца – Фиттига

При взаимодействии ароматических галогенпроизводных с галогеналканами образуются гомологи бензола, например:



### Физические свойства бензола и его гомологов

Бензол и его ближайшие гомологи – бесцветные жидкости с характерным запахом (табл. 4). Все они практически не смешиваются с водой, однако являются хорошими растворителями органических веществ.

Таблица 4. Физические свойства некоторых аренов

Название	$t_{\text{плавл.}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{кип.}}, ^\circ\text{C}$
Бензол	+5,5	80
Толуол	-95	110
Этилбензол	-94	136
<i>o</i> -Ксилол	-25	144
<i>m</i> -Ксилол	-47	139
<i>n</i> -Ксилол	+13	138
Пропилбензол	-99	159
Изопропилбензол	-96	152
Стирол	-31	145
Фенилацетилен	-45	142

Многие ароматические углеводороды токсичны, причем вредны не только сами жидкости, но и их пары. Поэтому при работе с ними необходимо соблюдать особую осторожность. Для нагревания аренов нельзя пользоваться открытым пламенем, так как они легко могут вспыхнуть.

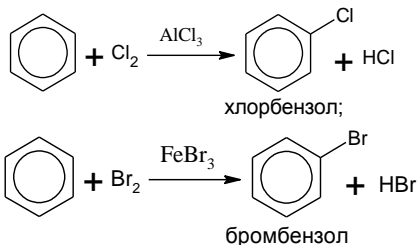
### Химические свойства бензола

#### 1. Реакции замещения.

Реакции замещения протекают по ионному механизму (электрофильное замещение). Важнейшими примерами реакций замещения в ароматическом ряду являются галогенирование, нитрование и алкилирование бензола.

## Галогенирование

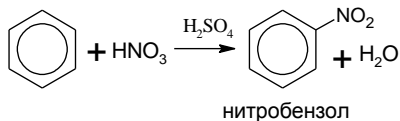
Замещение атома водорода в бензольном ядре на бром или хлор протекает в присутствии катализаторов – хлоридов алюминия и железа:



В других условиях, например, при освещении или нагревании, взаимодействие бензола с хлором будет протекать не по ионному, а по радикальному механизму, что приведет к образованию других продуктов.

## Нитрование

Реакция протекает под действием смеси концентрированных азотной  $\text{HNO}_3$  и серной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  кислот (нитрующая смесь):

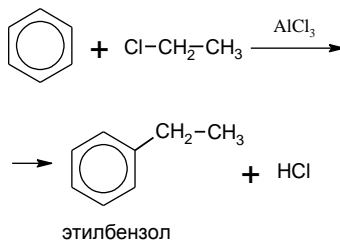


## Алкилирование

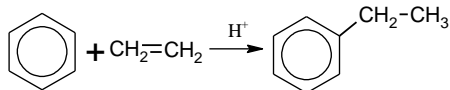
Алкилирование – это введение в молекулу алкильного радикала ( $-\text{CH}_3$ ,  $-\text{C}_2\text{H}_5$ ,  $-\text{C}_3\text{H}_7$  и др.), в результате чего образуются гомологи бензола.

Алкилирование бензола можно осуществить двумя путями.

- 1). Действием на бензол галогензамещенными алканами в присутствии катализаторов – галогенидов алюминия (алкилирование по Фриделю-Крафтсу):



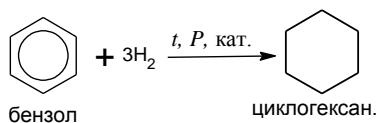
- 2). Взаимодействием бензола с этиленовыми углеводородами в присутствии кислотных катализаторов (алкилирование алкенами):



## 2. Реакции присоединения.

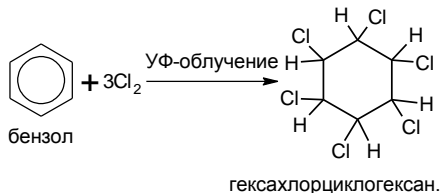
### Гидрирование

Протекает при нагревании и высоком давлении в присутствии металлических катализаторов (Ni, Pt, Pd). Аналогично протекает гидрирование и гомологов бензола.



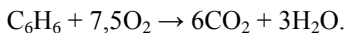
### Хлорирование

Происходит при действии солнечного света или ультрафиолетового излучения на раствор хлора в бензоле. Одновременно присоединяются сразу три молекулы хлора и образуется гексахлорциклогексан



### Окисление

Бензол устойчив к окислению: он, в отличие от непредельных углеводородов, не обесцвечивает раствор перманганата калия. При поджигании бензол горит ярким коптящим пламенем:



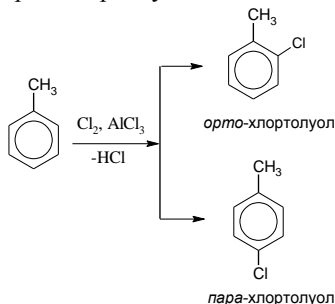
### **Особенности химических свойств гомологов бензола**

Для гомологов бензола характерны те же типы химических реакций, что и для него самого, но из-за взаимного влияния бензольного ядра и боковых заместителей появляется ряд особенностей. Реакции могут протекать как по бензольному ядру, так и по углеводородному радикалу.

#### 1. Реакции замещения в бензольном ядре

Гомологи бензола вступают в реакции замещения с теми же реагентами, что и бензол.

Однако присутствующие в молекулах гомологов бензола алкильные радикалы ( $-\text{CH}_3$ ,  $-\text{C}_2\text{H}_5$ ,  $-\text{C}_3\text{H}_7$  и др.) являются донорами электронной плотности, проявляя положительный индуктивный эффект. Увеличение электронной плотности происходит, в основном, в положениях 2, 4 и 6 по отношению к радикалу. Из-за такого перераспределения электронной плотности бензольное ядро становится более активным в реакциях замещения (реакции протекают легче, в более мягких условиях), а вновь входящий заместитель направляется в *орто*- и *пара*- положения по отношению к алкильному радикалу. Например, при хлорировании толуола образуется смесь *орто*- и *пара*- хлортолуолов:



Реакционная способность того или иного атома углерода в бензольном кольце определяется следующими факторами: 1) положением и природой уже имеющихся заместителей; 2) природой действующего агента; 3) условиями проведения реакции. Решающее влияние имеют два первых фактора.

Заместители, уже имеющиеся в бензольном кольце, по своему ориентирующему действию на вновь входящие заместители делятся на две группы: заместители первого рода и заместители второго рода (табл. 5).

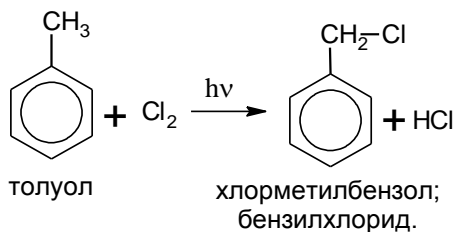
Таблица 5 - Влияние заместителей, находящихся в ядре, на электрофильное замещение

Ориентанты 1-го рода (о- и п-ориентанты)	Ориентанты 2-го рода (м-ориентанты)
$-\text{NH}_2$ , $-\text{NHR}$ , $-\text{NHR}_2$ , $-\text{OH}$ , $-\text{OR}$ ( $-\text{OCH}_3$ , $-\text{OC}_2\text{H}_5$ и т.д.), $-\text{SH}$ , $-\text{SR}$ , $-\text{NHCOR}$ ( $-\text{NHCOCH}_3$ ), -Арил ( $-\text{C}_6\text{H}_5$ ), -Алкил ( $-\text{CH}_3$ , $-\text{C}_2\text{H}_5$ и т.д.), -Галогены	$-\text{NH}_3^+$ , $-\text{NO}_2$ , $-\text{N}(\text{CH}_3)_3^+$ , $-\text{CN}$ , $-\text{COOH}$ ( $-\text{COOR}$ ), $-\text{SO}_3\text{H}$ , $-\text{CHal}_3$ , $-\text{CHO}$ ( $-\text{COR}$ ), $-\text{SO}_2\text{OR}$

Чем выше находится заместитель в колонке таблицы, тем более сильными активирующими (деактивирующими) свойствами он обладает.

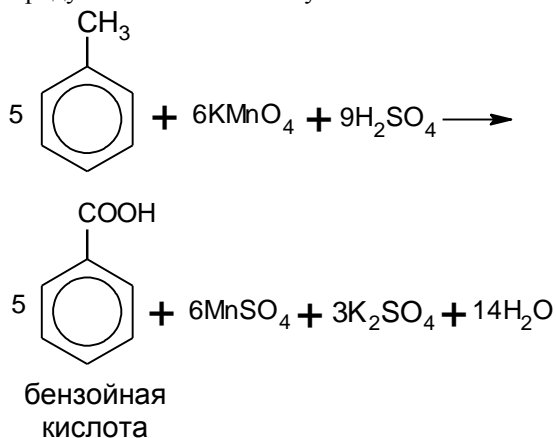
## 2. Реакции с участием боковой цепи.

Алкильные радикалы могут в соответствующих условиях проявлять те же химические свойства, что и алканы. Так, взаимодействие гомологов бензола с хлором в при освещении без катализатора протекает по радикальному механизму. При этом происходит замещение атомов водорода в боковой цепи, а не в ароматическом ядре:

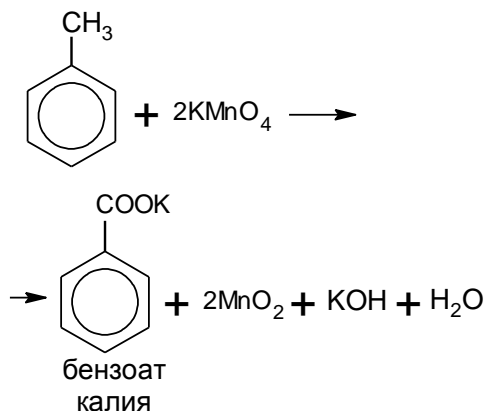


### 3. Окисление.

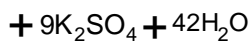
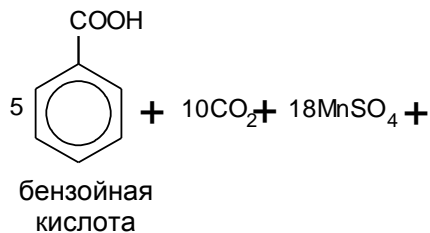
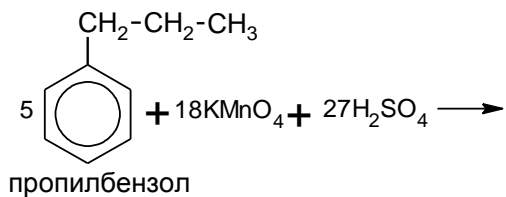
При действии перманганата калия на гомологи бензола окислению подвергаются боковые углеводородные цепи. При проведении реакции в кислой среде продуктом окисления толуола является бензойная кислота:



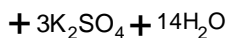
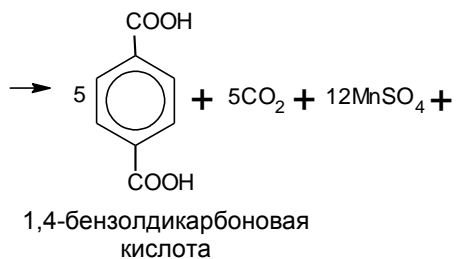
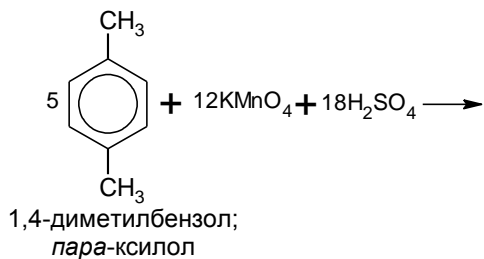
При действии на толуол перманганата калия в нейтральной среде образуется соль бензойной кислоты – бензоат калия:



Более сложные боковые цепи под действием окислителей «сгорают»: ближайший к бензольному кольцу атом углерода остается в составе карбоксильной группы, а остальные атомы углерода окисляются до углекислого газа:



Гомологи бензола, содержащие две боковые цепи, дают при окислении двухосновные кислоты или их соли:





## Лабораторная работа № 1

### Качественный элементный анализ органических соединений

*Качественный элементный анализ позволяет определить, из каких элементов построены молекулы вещества, и установить его простейшую формулу. Наиболее часто в состав органических веществ, помимо углерода и водорода, входят кислород, сера, азот и галогены.*

*При выполнении элементного анализа органическое соединение разлагают таким образом, чтобы исследуемые элементы перешли в состав неорганических веществ. При этом углерод переходит в оксид углерода (IV), водород – в воду, азот – в цианид-ион, сера – в сульфид.*

**Цель работы:** Изучить качественный элементный состав органических соединений, освоить методы определения углерода, водорода, хлора в молекулах органических веществ.

#### Опыт №1. Обнаружение углерода пробой на обугливание

Первой пробой на обнаружение углерода в неизвестном органическом веществе является его прокаливание или обугливание под действием водоотнимающих веществ, например концентрированной серной кислоты.

а) На листочке фильтровальной бумаги (целлюлозе) при помощи стеклянной палочки делают надпись 1%-ным раствором серной кислоты. После высыхания такая надпись будет невидна. После нагревания бумаги над пламенем горелки или над электрической плиткой надпись, сделанная серной кислотой, проявляется в виде черных обугленных полос.

б) В фарфоровой ступке растирают 25 г быстрорастворимого сахара и добавляют 3 мл воды. Образовавшуюся смесь переносят в стеклянный цилиндр вместимостью 50 мл и постепенно, непрерывно перемешивая стеклянной палочкой, добавляют 12,5 мл концентрированной серной кислоты. С началом обугливания стеклянную палочку приподнимают. Смесь вспучивается, и черная пористая масса поднимается по палочке.

#### Опыт №2. Обнаружение углерода и водорода окислением вещества оксидом меди (II)

*Некоторые органические вещества не обугливаются обычным путем. Например, спирты и эфиры испаряются раньше, чем успевают обугливаться; мочевины и фталевый ангидрид возгоняются до обугливания. В таких веществах обнаружить углерод можно при прокаливании их в присутствии оксида меди (II). Органическое вещество окисляется оксидом меди. При этом углерод превращается в углекислый газ, а водород – в воду.*

В сухую пробирку насыпают 0,1 – 0,2 г сахарозы и около 1 г порошка оксида меди (II). Избыток оксида меди необходим для того, чтобы органическое вещество полностью было окислено. Смесь перемешивают и сверху добавляют дополнительно около 0,5-1 г оксида меди.

В верхнюю часть пробирки помещают маленький комочек ваты, на который насыпают немного обезвоженного сульфата меди (II). Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой.

Пробирку закрепляют в лапке штатива с небольшим наклоном в сторону пробки. Свободный конец газоотводной трубки опускают в пробирку с известковой (или баритовой) водой. Сначала прогревают всю пробирку, а потом сильно нагревают часть пробирки с реакционной смесью.

Выделяющиеся в процессе прокаливания пузырьки газа ( $\text{CO}_2$ ) вызывают помутнение известковой (или баритовой) воды вследствие образования белого осадка  $\text{CaCO}_3$ . Вода, образованная в процессе реакции окрашивает сульфат меди (II) в синий цвет в результате образования кристаллогидрата  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

На основании проведенных опытов сделайте вывод и напишите соответствующие уравнения реакций.

### **Опыт №3. Определение галогенов в органических веществах (реакция Бельштейна)**

*Галогены в органическом веществе можно обнаружить по окрашиванию пламени. При прокаливании галогеносодержащего органического вещества с оксидом меди (II) происходит его окисление, причем галогены (кроме фтора) образуют с медью летучие галогениды, окрашивающие пламя в ярко-зеленый цвет.*

Петлю медной проволоки прокаливают в пламени спиртовки до прекращения окрашивания пламени и образования на поверхности черного налета оксида меди (II).

Остывшую петлю смачивают хлороформом или тетрахлоридом углерода, а затем снова вносят в пламя спиртовки. Сначала пламя становится светящимся благодаря сгоранию углерода, а потом окрашивается в ярко-зеленый цвет.

Для очистки проволоку смачивают соляной кислотой и прокаливают. Напишите соответствующие уравнения реакций.

## **Лабораторная работа № 2**

### **Химические свойства углеводов**

**Цель работы:** Освоить методы получения и изучить химические свойства углеводов

#### **Опыт № 1. Реакции предельных углеводов**

Для изучения свойств предельных углеводов используют петролейный эфир, который представляет собой смесь пентана и гексана.

В фарфоровую чашку наливают 1-2 мл жидких алканов и поджигают их.

В три пробирки наливают по 1-2 мл петролейного эфира или гексана. В одну добавляют 1-2 мл 5%-ного раствора карбоната натрия, а затем по каплям при встряхивании – раствор перманганата калия.

Во вторую пробирку вносят 1-2 мл концентрированной серной кислоты а затем по каплям при встряхивании – раствор перманганата калия.

В третью – 1-2 мл бромной воды.

Содержимое пробирок тщательно взбалтывают в течение 2-3 минут.

Опишите наблюдаемые явления. На основании проведенных опытов сделайте вывод и напишите соответствующие уравнения реакций.

## **Опыт №2. Получение и свойства этилена**

В сухую пробирку наливают 4-5мл смеси для получения этилена. При смешивании этанола с серной кислотой образуется этилсерная кислота (кислый сложный эфир). Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой.

Перед получением этилена в штатив ставят три пробирки с реактивами.

В первую наливают 2-3 мл 2%-ного раствора перманганата калия и 0,5-1 мл 10% - ного раствора карбоната натрия.

Во вторую – 2-3 мл 1%-ного раствора перманганата калия и 1-2 капли концентрированной серной кислоты.

В третью – 3-4 мл бромной воды.

Пробирку с реакционной смесью для получения этилена закрепляют в лапке штатива и осторожно нагревают таким образом, чтобы кипящую жидкость не выбросило через край. При нагревании из этилсерной кислоты образуется этилен, который пропускают в подготовленные растворы.

***а) Взаимодействие этилена с водным раствором перманганата калия (реакция Вагнера)***

Этилен пропускают через 2%-ный раствор перманганата калия, подщелоченный 10%-ным раствором карбоната натрия.

Опишите наблюдаемые явления.

***б) Окисление этилена в кислой среде***

Этилен пропускают через подкисленный серной кислотой раствор перманганата калия.

Опишите наблюдаемые явления.

***в) Реакция этилена с бромной водой***

Этилен пропускают через бромную воду. Опишите наблюдаемые явления.

***г) Горение этилена***

После проведения вышеперечисленных реакций этилен поджигают у конца газоотводной трубки.

Опишите наблюдаемые явления.

### **Опыт №3. Получение ацетилена и его химические свойства**

В пробирку помещают небольшой кусочек карбида кальция  $\text{CaC}_2$  и приливают 2-3 мл воды. Пробирку сразу же закрывают пробкой с газоотводной трубкой с оттянутым концом.

Перед получением ацетилена в штатив ставят четыре пробирки с реактивами.

В первую наливают 2-3 мл 2%-ного раствора перманганата калия и 0,5-1 мл 10% - ного раствора карбоната натрия.

Во вторую – 2-3 мл 1%-ного раствора перманганата калия и 1-2 каплю концентрированной серной кислоты.

В третью – 3-4 мл бромной воды.

В четвертую – 2-3 мл 1%-ного раствора нитрата серебра и прибавляют по каплям 5%-ный раствор аммиака до полного растворения образующегося вначале осадка оксида серебра (I).

#### ***а) Реакция окисления ацетилена перманганатом калия***

В пробирку наливают 1-2 мл раствора перманганата калия, добавляют 1 мл 10%-ного раствора карбоната натрия, а затем через полученный раствор пропускают ацетилен. Опишите наблюдаемые явления.

#### ***б) Окисление ацетилена в кислой среде***

Ацетилен пропускают через подкисленный серной кислотой раствор перманганата калия.

Опишите наблюдаемые явления.

#### ***б) Взаимодействие ацетилена с бромной водой***

Пропускают ацетилен через бромную воду. Опишите наблюдаемые явления.

#### ***г) Получение ацетиленидов серебра***

*Атомы водорода у ацетилена, в отличие от этиленовых углеводородов, могут легко замещаться на металлы с образованием соответствующих солей.*

Через аммиачный раствор оксида серебра пропускают ацетилен. Опишите наблюдаемые явления. Образовавшийся осадок отфильтровывают через складчатый фильтр и просушивают между листами фильтровальной бумаги. Осадок помещают на асбестовую сетку и осторожно нагревают (*тяга, защитные очки*). Опишите наблюдаемые явления.

#### ***г) Горение этилена***

После проведения вышеперечисленных реакций этилен поджигают у конца газоотводной трубки.

Опишите наблюдаемые явления.

#### ***д) Горение ацетилена***

После проведения вышеперечисленных реакций ацетилен поджигают у конца газоотводной трубки.

Опишите наблюдаемые явления.

Результаты опытов 1, 2, 3 свести в таблицу 6 (составьте уравнения протекающих реакций, назовите продукты, сделайте выводы):

Таблица 6. Сравнительная характеристика углеводов

Название опыта	Алканы	Алкены	Алкины	Вывод
Получение				
Горение				
Окисление в щелочной среде				
Окисление в кислой среде				
Взаимодействие с бромной водой				
Взаимодействие с растворами солей металлов				

### ЗАДАНИЯ ДЛЯ АУДИТОРНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

По названию составьте сокращенную структурную формулу соединения:

- 2,5–диметил, 4–этил, 7–изопропилдекан.
- 3,5,8–триметил, 4–этил, 7-пропил, 9- третбутилтридекен-6.
- 2,2,6,7,7–пентаметил, 5-пропил, 6 – изобутил, 8 - третбутилундекин-3.
- 3–метил, 4,6–диэтил, 5–изопропил, 7-вторбутилдодекан.
- 2-хлор, 4- метил, 6- вторпропил, 5 - изобутилнонан.
- 3-метил, 4–этил, 5-пропил, 7-изопропилдодекадиен- 1,6.
- 2,4,6,9-тетраметил, 9–этил, 8-изобутилтетрадекан.
- 2,3,5- триметил, 4,8-диэтил, 6-третбутилундекен-1.
- 2,2-дибром, 4-метил, 8-вторпропил, 10-вторбутилпентадекадиен-5,7.
- 2,4–диметил,3,7–диэтил,6–пропил,5–изопропил,8–третбутилтридекен–3.
- 3,5 – диметил, 4 – этил, 5 – пропил, 6 – бутил, 7 – изобутилдодекин – 1.
- 4,8,9–триметил, 3–этил, 5–вторпропил, 8–вторбутилтетрадекадиен– 2,6.
- 2,7–диметил, 5–этил, 4–пропил, 6–изопропил, 5–бутилдекадиен 1,3.
- 3,3,5,8-тетраметил, 4,6-диэтил, 5- вторпропил, 7- изобутилундекан.
- 2,4,4-триметил, 3,5-диэтил, 5-пропил, 8-вторбутилдодекен-1.
- 3,6 – диметил, 5- этил, 8 – изопропилундекен – 4.
- 4- метил, 6 – этил, 5 – пропилнонин – 2.
- 2,2, 5 – триметил, 4 – изопропил, 6 – третбутил декан.
- 3, 7 – диметил, 4, 6 –диэтил, 5 – бутил, 8 – вторбутилдодекен-1.
- 2, 3, 5, 9 – тетраметил, 6 – пропил, 7 – изобутилтридекадиен -1,4.

Напишите уравнения реакций взаимодействия веществ и дайте названия продуктам реакции:

1. Галогенирование 3- метилоктана.
2. Нитрование 2- метил, 4- этилнонана.
3. Полное окисление изодекана.
4. Сульфохлорирование 3,3-диметил, 6-этилтридекана.
5. Хлорирование изогексана.
6. Реакция Коновалова с 2-метил, 5-этил, 4-изопропилундеканом.
7. Окисление 3-метилгексана.
8. Бромирование изогептана.
9. Нитрование изононана.
10. Сульфохлорирование 2,3,5-триметил, 6-этилоктана.
11. Хлорирование бутана.
12. Окисление пентана.
13. Реакция Коновалова с изоундеканом.
14. Полное окисление 5-метил, 4-этилдекана.
15. Сульфохлорирование изододекана.
16. Галогенирование 3,5 – диметил, 7 – этилундекана.
17. Окисление 3 – этилоктана.
18. Нитрование 2,4, 6 – триметилнонана.
19. Сульфохлорирование 4 – изопропилдекана.
20. Полное окисление гексана.
21. Гидрирование 2,4 –диметилгептен-3.
22. Гидрогалогенирование пентена-2.
23. Гидратация 3-метил, 5-этилдекен-1.
24. Окисление пентена-2 в щелочной среде.
25. Галогенирование 3,5-диметилоктен-2.
26. Окисление 4-метилнонена-3 в кислой среде.
27. Полимеризация бутена-1.
28. Гидратация пропена.
29. Окисление изооктена в нейтральной среде при нагревании.
30. Гидрирование 3-метил, 4-этил, 6-изопропилдекен-2.
31. Гидрогалогенирование изогептена-2.
32. Полимеризация гексена-3.
33. Галогенирование изононена-2.
34. Окисление 4-этилдекен-4 в кислой среде.
35. Гидратация 2-метилоктена –3.
36. Полимеризация пентена – 2.
37. Гидрогалогенирование гексена – 1.
38. Хлорирование изогептена – 2.
39. Гидрирование 2,3 диметилоктена – 3.
40. Окисление бутена – 2 в нейтральной среде.

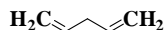
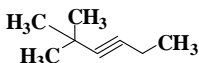
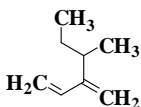
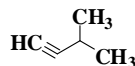
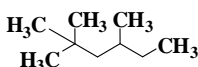
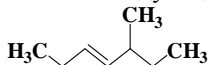
41. Гидратация гексадиена с изолированными связями.
42. Гидрирование октадиена-1,3.
43. Окисление изодекадиена-1,5.
44. Гидрогалогенирование пентадиена с кумулированными связями.
45. Окисление гептадиена с изолированными связями в щелочной среде.
46. Галогенирование 2-метилгексадиен-1,5.
47. Полимеризация гексадиена с изолированными связями.
48. Гидрирование нонадиена с сопряженными связями.
49. Гидрохлорирование бутадиена -1,2.
50. Бромирование декадиена с кумулированными связями.
51. Полимеризация пентадиена с сопряженными связями.
52. Гидратация гептадиена - 2,5.
53. Гидрирование октадиена- 2,6.
54. Хлорирование пентадиена 1,4.
55. Гидробромирование гексадиена кумулированными связями.
56. Гидратация изодекадиена с изолированными связями.
57. Гидрирование бутадиена с сопряженными связями.
58. Галогенирование изогексадиена 1,2.
59. Гидрогалогенирование октадиена 1,6.
60. Окисление нонадиена с изолированными связями.
61. Гидрогалогенирование изогексина-1.
62. Реакция Кучерова с пентином-1.
63. Галогенирование 3-метилундекина-4.
64. Присоединение уксусной кислоты к бутину-1.
65. Гидрирование гептина-3 (2 моль)
66. Гидратация изооктина-1.
67. Присоединение синильной кислоты к 3-метил, 4-этилундекину-1.
68. Хлорирование изогептина.
69. Присоединение этилового спирта к ацетилену.
70. Реакция получения ацетиленида серебра.
71. Окисление пентина-2.
72. Гидробромирование пропина.
73. Гидратация 2-метилнонина-3.
74. Присоединение синильной кислоты к гексину-2.
75. Гидрирование изопентина-1.
76. Гидрохлорирование 3-метилгептина – 1.
77. Реакция Кучерова с изодекином – 3.
78. Галогенирование 4-этилнонина – 2.
79. Взаимодействие этановой кислоты с пропином.
80. Гидрирование изогексина.
81. Сульфирование нитробензола (1 моль).
82. Хлорирование сульфобензола (1 моль).

83. Нитрование метилбензола (2 моль).
84. Бромирование бензола (2 моль).
85. Сульфирование метилбензола (1 моль).
86. Хлорирование бензойной кислоты (2 моль).
87. Нитрование этилбензола (1 моль).
88. Хлорирование нитробензола (2 моль).
89. Сульфирование метилбензола (2 моль).
90. Хлорирование толуола (2 моль).
91. Нитрование метилбензола (1 моль).
92. Хлорирование бензойной кислоты (1 моль).
93. Бромирование толуола (1 моль).
94. Алкилирование бензола.
95. Окисление метилбензола.
96. Нитрование бензола, толуола.
97. Сульфирование толуола, хлорбензола.
98. Напишите схему следующего превращения:
99. Галогенирование нитробензола.
100. Напишите уравнение реакции образования тринитротолуола.

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВНЕАУДИТОРНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

### Вариант № 1

1. Назовите следующие углеводороды:

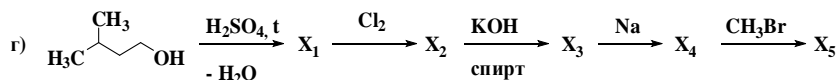
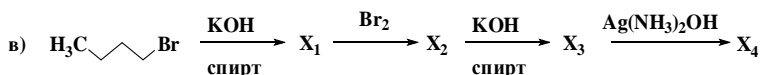
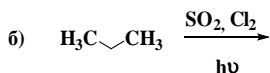
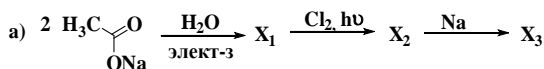


2. Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия на смесь йодистого метила и йодистого изопропила? Получите реакцией Вюрца 3,6-диметилотан.
3. Какой углеводород получится при действии спиртового раствора щелочи на 2-бром-2,4-диметилпентан? Назовите полученный углеводород и напишите для него реакции с HCl, H<sub>2</sub>O/H<sup>+</sup>, KMnO<sub>4</sub>/H<sup>+</sup>, KMnO<sub>4</sub>/H<sub>2</sub>O, полимеризацию.
4. Для бутина-1 напишите реакции со следующими веществами: H<sub>2</sub>/Ni, Br<sub>2</sub>, Na, H<sub>2</sub>O/H<sup>+</sup>/Hg<sup>2+</sup>, аммиачным раствором хлорида меди (I). Используйте ацетилен для получения дипропилацетилена и бутилацетилена.
5. Напишите взаимодействие изопрена с Cl<sub>2</sub>, HBr, H<sub>2</sub>O/H<sup>+</sup>, полимериза-

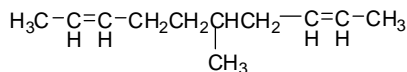
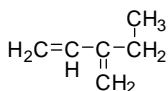
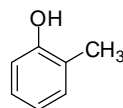
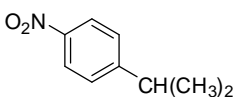
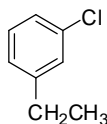


цию. Какие полимерные материалы могут быть получены на основе сополимеризации изопрена с этиленом, изопрена с пропиленом?

6. Напишите и назовите продукты реакций:



7. Назовите следующие углеводороды:



8. Напишите реакции изопропилбензола с указанными реагентами:

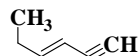
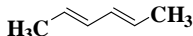
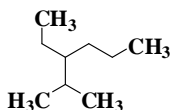
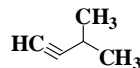
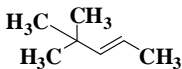
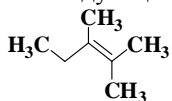
а)  $\text{Cl}_2, t^0$ ; б)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; в)  $\text{Br}_2 (\text{AlBr}_3)$ .

9. Напишите реакции сульфирования для а) бензальдегида; б) хлорбензола.

10. Получите из бензола *m*-хлор-бензойную кислоту.

### Вариант № 2

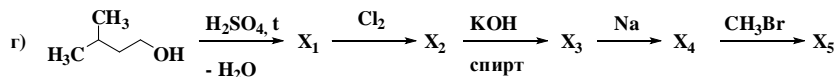
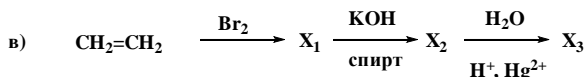
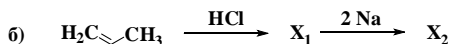
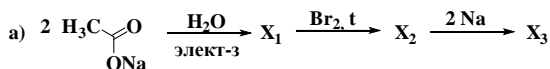
1. Назовите следующие углеводороды:



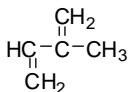
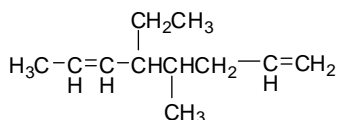
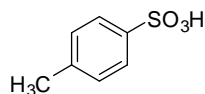
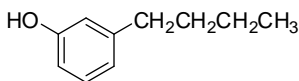
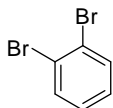
2. Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия

на смесь йодистого этила и йодистого изобутила? Получите реакцией Вюрца 2,3-диметилбутан.

- Из соответствующего галогенопроизводного получите 3-метил-1-пентен и напишите для него реакции с  $\text{HBr}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}$ , полимеризацию.
- Для 3-метил-1-пентина напишите реакции со следующими веществами:  $\text{HCl}$  (избыток),  $\text{Br}_2$  (1 моль),  $\text{Na}$ , аммиачным раствором хлорида меди (I),  $\text{H}_2\text{O}/(\text{H}^+, \text{Hg}^{2+})$ . Используйте ацетилен для получения диэтилацетилена и пропилацетилена.
- Получите 2,3-диметбутадие-н-1,3 и напишите реакции его взаимодействия с  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ , полимеризацию. Какие полимерные материалы могут быть получены на основе сополимеризации изопрена с этиленом, изопрена с пропиленом?
- Напишите и назовите продукты реакций:



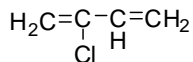
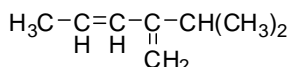
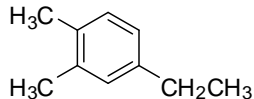
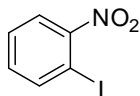
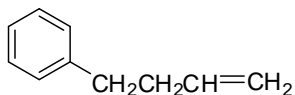
- Назовите следующие углеводороды:



- Напишите реакции пропилбензола с указанными реагентами: а)  $\text{Br}_2$  ( $\text{Fe}$ ); б)  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{H}^+$ ,  $t$ ); в)  $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$  ( $\text{AlCl}_3$ ).
- Напишите реакции нитрования для а) ацетофенона; б) бромбензола.
- Получите из бензола *n*-бром-бензойную кислоту.

### Вариант № 3

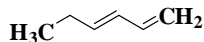
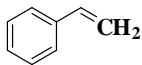
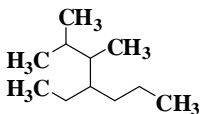
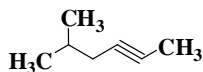
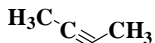
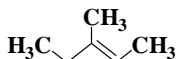




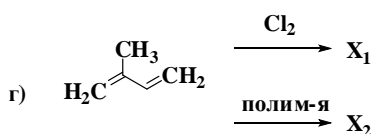
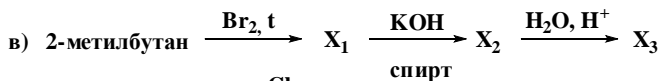
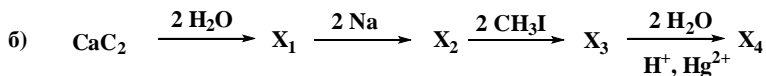
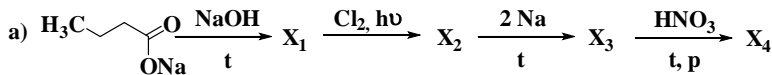
8. Напишите реакции толуола с указанными реагентами: а)  $\text{Br}_2$  ( $\text{AlBr}_3$ ); б)  $\text{KMnO}_4$ , ( $\text{H}^+$ ,  $t$ ); в)  $\text{HNO}_3$  ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).
9. Напишите реакции сульфирования для а) нитробензола; б) хлорбензола.
10. Получите из метилбензола бензилхлорид и *n*-хлортолуол.

#### Вариант № 4

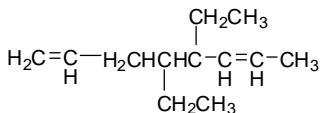
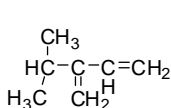
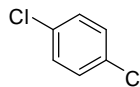
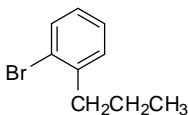
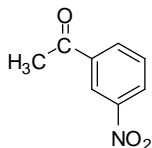
1. Назовите следующие углеводороды:



2. Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия на смесь йодистого *втор*-бутила и йодистого метила? Получите реакцию Вюрца 3,6-диметилотан.
3. Какой углеводород получится при действии спиртового раствора щелочи на 2-бромпентан? Назовите полученный углеводород и напишите для него реакции с  $\text{HBr}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}$ , полимеризацию.
4. Для пропина напишите реакции со следующими веществами:  $\text{H}_2/\text{Ni}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{Na}$ , аммиачным раствором хлорида меди (I),  $\text{H}_2\text{O}/(\text{H}^+, \text{Hg}^{2+})$ . Используйте ацетилен для получения дипропилацетилена и бутилацетилена.
5. Получите изопрен и напишите реакции его взаимодействия с  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ , полимеризацию. Какие полимерные материалы могут быть получены на основе сополимеризации изопрена с этиленом, изопрена с пропиленом?
6. Напишите и назовите продукты реакций:



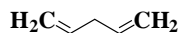
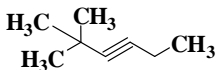
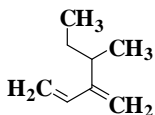
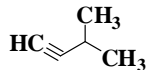
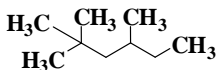
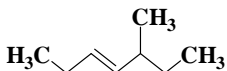
7. Назовите следующие углеводороды:



8. Напишите реакции этилбензола с указанными реагентами: а)  $\text{Cl}_2$  (Fe); б)  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{H}^+$ , t); в)  $\text{CH}_3\text{COCl}$  ( $\text{AlCl}_3$ ).
9. Напишите реакции нитрования для а) бензойной кислоты; б) бромбензола.
10. Получите из бензола *n*-хлор-бензойную кислоту.

### Вариант № 5

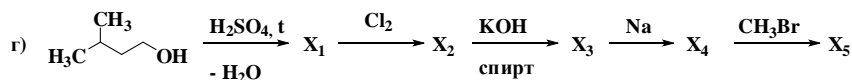
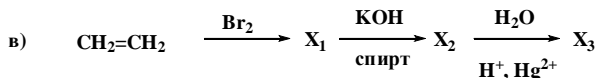
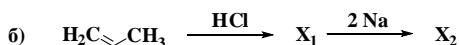
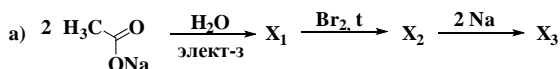
1. Назовите следующие углеводороды:



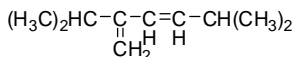
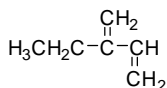
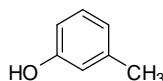
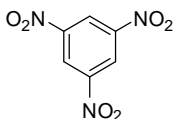
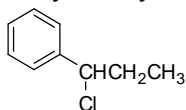
2. Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия

на смесь йодистого этила и йодистого *втор*-бутила? Получите реакцию Вюрца 3,6-диметилоткан.

- Какой углеводород получится при действии спиртового раствора щелочи на 2-хлорбутан? Назовите полученный углеводород и напишите для него реакции с  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}$ , полимеризацию.
- Для бутина-1 напишите реакции со следующими веществами:  $\text{H}_2/\text{Ni}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/(\text{H}^+, \text{Hg}^{2+})$ , аммиачным раствором хлорида меди (I). Используйте ацетилен для получения дипропилацетилена и бутилацетилена.
- Напишите взаимодействие пентадиена-1,3 с  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ , полимеризацию. Какие полимерные материалы могут быть получены на основе сополимеризации изопрена с этиленом, дивинила с пропиленом?
- Напишите и назовите продукты реакций:



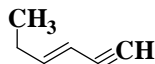
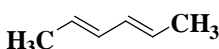
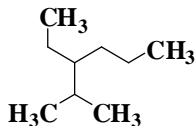
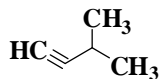
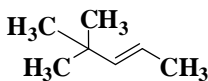
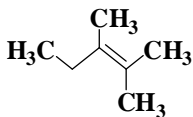
- Назовите следующие углеводороды:



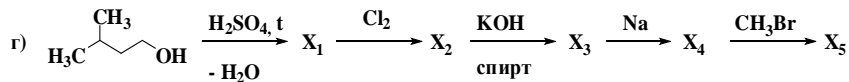
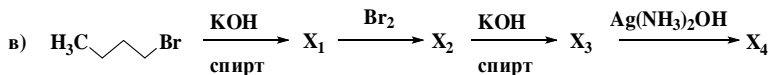
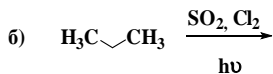
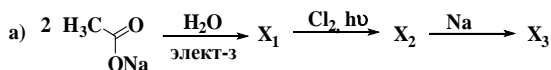
- Напишите реакции бутилбензола с указанными реагентами: а)  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{H}^+$ ,  $t$ ); б)  $\text{Br}_2$  ( $\text{AlBr}_3$ ); в)  $\text{HNO}_3$  ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).
- Напишите реакции галогенирования для а) толуола; б) ацетофенона.
- Получите из бензола *м*-бром-бензойную кислоту.

### Вариант № 6

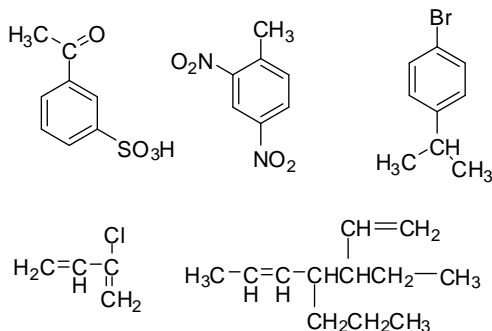
1. Назовите следующие углеводороды:



- Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия на смесь йодистого этила и йодистого изопропила? Получите реакцию Вюрца 3,6-диметилотан.
- Какой углеводород получится при действии спиртового раствора щёлочи на 1-бромбутан? Назовите полученный углеводород и напишите для него реакции с  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}$ , полимеризацию.
- Для бутина-2 напишите реакции со следующими веществами:  $\text{H}_2/\text{Ni}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/(\text{H}^+, \text{Hg}^{2+})$ , аммиачным раствором хлорида меди (I). Используйте ацетилен для получения дипропилацетилена и бутилацетилена.
- Напишите схему образования дивинила и реакции его взаимодействия с  $\text{Br}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ , полимеризацию. Какие полимерные материалы могут быть получены на основе сополимеризации дивинила с этиленом, изопрена с пропиленом?
- Напишите и назовите продукты реакций



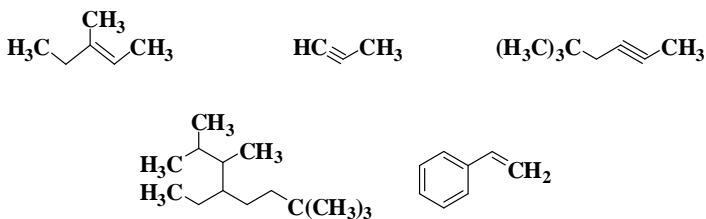
7. Назовите следующие углеводороды:



8. Напишите реакции *meta*-ксилола с указанными реагентами: а)  $\text{HNO}_3$  разб. ( $t^\circ\text{C}$ , p); б)  $2\text{Br}_2$  (hv); в)  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{H}^+$ , t).
9. Напишите реакции нитрования для а) нитробензола; б) изопропилбензола.
10. Получите из этилбензола 1-бром-1-фенилэтан и *n*-бромэтилбензол.

### Вариант № 7

1. Назовите следующие углеводороды:

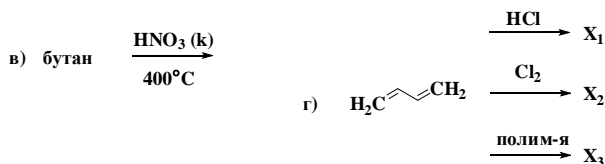
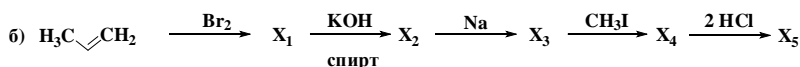
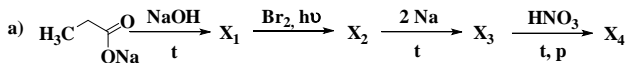


2. Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия на смесь йодистого *n*-пропила и йодистого изобутила? Получите реакцией Вюрца 3,6-диметилоткан.
3. Какой углеводород получится при действии спиртового раствора щелочи на 2-йод-3-метилбутан? Назовите полученный углеводород и напишите для него реакции с  $\text{HBr}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}$ , полимеризацию.
4. Для 3-метилпентина-1 напишите реакции со следующими веществами:  $\text{H}_2/\text{Ni}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{Na}$ , аммиачным раствором хлорида меди (I),  $\text{H}_2\text{O}/(\text{H}^+, \text{Hg}^{2+})$ . Используйте ацетилен для получения дипропилацетилена и бутилацетилена.
5. Напишите схему образования 1,3-бутадиена и реакции его взаимодей-

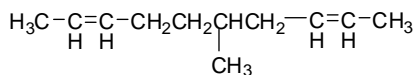
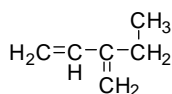
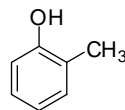
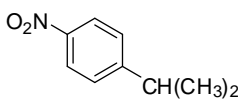
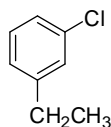


ствия с  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ , полимеризацию. Какие полимерные материалы могут быть получены на основе сополимеризации изопрена с этиленом, 1,3-бутадиена с пропиленом?

6. Напишите и назовите продукты реакций:



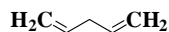
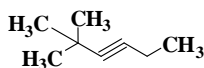
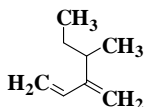
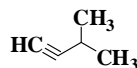
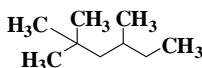
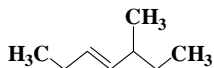
7. Назовите следующие углеводороды:



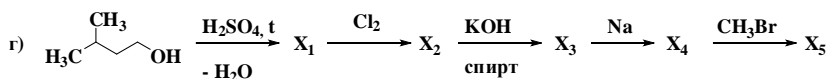
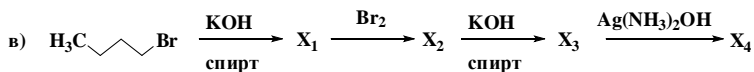
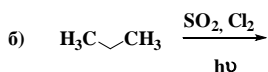
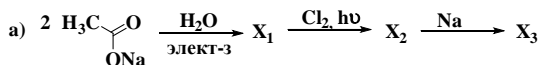
8. Напишите реакции изопропилбензола с указанными реагентами: а)  $\text{Cl}_2$ ,  $t^0$ ; б)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; в)  $\text{Br}_2$  ( $\text{AlBr}_3$ ).
9. Напишите реакции сульфирования для а) бензальдегида; б) хлорбензола.
10. Получите из бензола *m*-хлор-бензойную кислоту.

### Вариант № 8

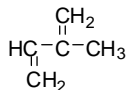
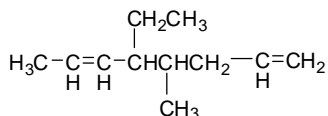
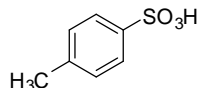
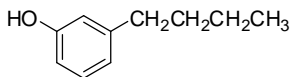
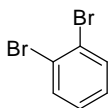
1. Назовите следующие углеводороды:



- Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия на смесь йодистого этила и йодистого изопропила?
- Какой углеводород получится при действии спиртового раствора щелочи на 2-хлор-3-метилпентан? Назовите полученный углеводород и напишите для него реакции с  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}$ , полимеризацию.
- Для бутина-1 напишите реакции со следующими веществами:  $\text{H}_2/\text{Ni}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+/\text{Hg}^{2+}$ , аммиачным раствором хлорида меди (I). Используйте ацетилен для получения дипропилацетилена.
- Напишите взаимодействие изопрена с  $\text{Br}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ , полимеризацию. Какие полимерные материалы могут быть получены на основе сополимеризации изопрена с этиленом, изопрена с пропиленом?
- Напишите и назовите продукты реакций:



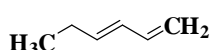
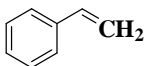
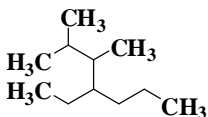
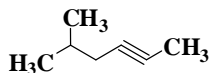
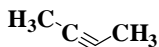
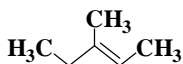
- Назовите следующие углеводороды:



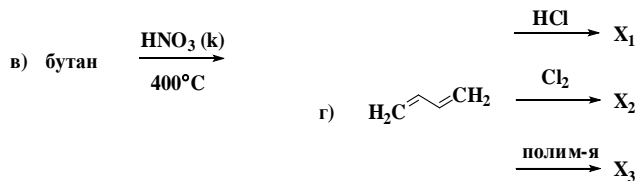
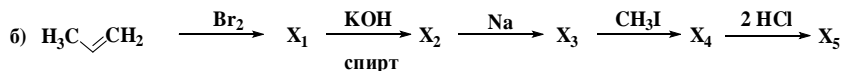
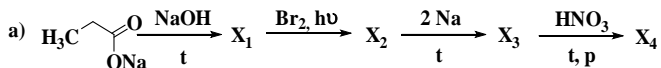
- Напишите реакции пропилбензола с указанными реагентами: а)  $\text{Br}_2$  (Fe); б)  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{H}^+$ ,  $t$ ); в)  $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$  ( $\text{AlCl}_3$ ).
- Напишите реакции нитрования для а) ацетофенона; б) бромбензола.
- Получите из бензола *n*-бром-бензойную кислоту.

## Вариант № 9

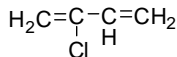
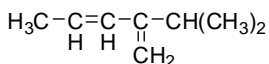
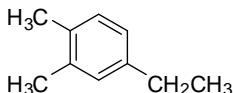
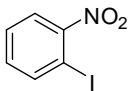
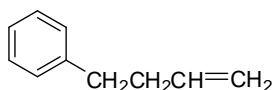
1. Назовите следующие углеводороды:



2. Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия на смесь йодистого изопропила и йодистого метила? Получите реакцию Вюрца 3,6-диметилоткан.
3. Какой углеводород получится при действии спиртового раствора щелочи на 2-бромбутан? Назовите полученный углеводород и напишите для него реакции с  $\text{HBr}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}$ , полимеризацию.
4. Для пропина напишите реакции со следующими веществами:  $\text{H}_2/\text{Ni}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{Na}$ , аммиачным раствором хлорида меди (I),  $\text{H}_2\text{O}/(\text{H}^+, \text{Hg}^{2+})$ . Используйте ацетилен для получения бутилацетилена.
5. Напишите схему образования бутадиена-1,3 и реакции его взаимодействия с  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ , полимеризацию. Какие полимерные материалы могут быть получены на основе сополимеризации изопрена с этиленом, изопрена с пропиленом?
6. Напишите и назовите продукты реакций:



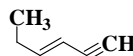
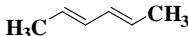
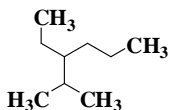
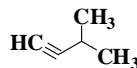
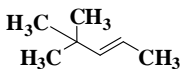
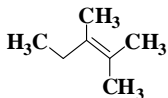
7. Назовите следующие углеводороды:



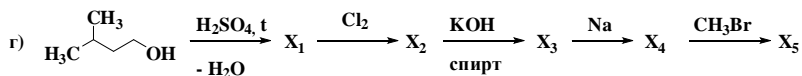
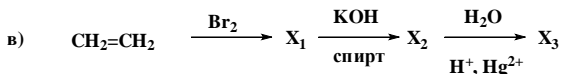
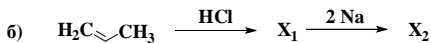
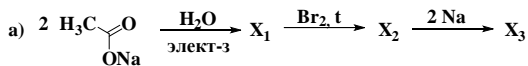
8. Напишите реакции толуола с указанными реагентами: а)  $\text{Br}_2$  ( $\text{AlBr}_3$ ); б)  $\text{KMnO}_4$ , ( $\text{H}^+$ ,  $t$ ); в)  $\text{HNO}_3$  ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).
9. Напишите реакции сульфирования для а) нитробензола; б) хлорбензола.
10. Получите из метилбензола бензилхлорид и *n*-хлортолуол.

### Вариант № 10

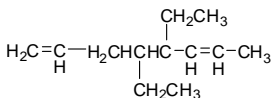
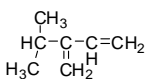
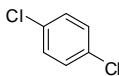
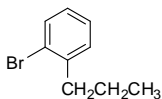
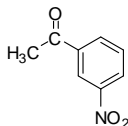
1. Назовите следующие углеводороды:



2. Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия на смесь йодистого этила и йодистого изобутила? Получите реакцией Вюрца 2,3-диметилбутан.
3. Из соответствующего галогенопроизводного получите 3-метил-1-пентен и напишите для него реакции с  $\text{HBr}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}$ , полимеризацию.
4. Для 3-метил-1-пентина напишите реакции со следующими веществами:  $\text{HCl}$  (избыток),  $\text{Br}_2$  (1 моль),  $\text{Na}$ , аммиачным раствором хлорида меди (I),  $\text{H}_2\text{O}/(\text{H}^+, \text{Hg}^{2+})$ . Используйте ацетилен для получения диэтилацетилена и пропилацетилена.
5. Получите 2,3-диметилбутадиен-1,3 и напишите реакции его взаимодействия с  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ , полимеризацию. Какие полимерные материалы могут быть получены на основе сополимеризации изопрена с этиленом, изопрена с пропиленом?
6. Напишите и назовите продукты реакций:



7. Назовите следующие углеводороды:



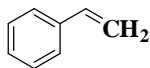
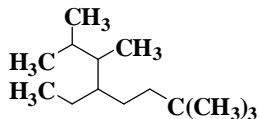
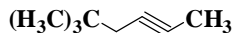
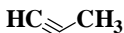
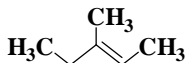
8. Напишите реакции этилбензола с указанными реагентами: а)  $\text{Cl}_2$  (Fe) (приведите механизм); б)  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{H}^+$ ,  $t$ ); в)  $\text{CH}_3\text{COCl}$  ( $\text{AlCl}_3$ ).

9. Напишите реакции нитрования для а) бензойной кислоты; б) бромбензола.

10. Получите из бензола *n*-хлор-бензойную кислоту.

### Вариант № 11

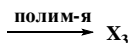
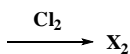
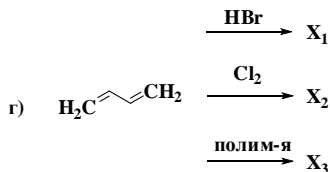
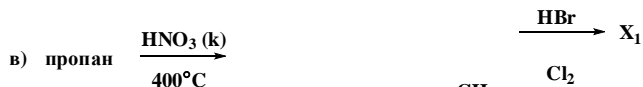
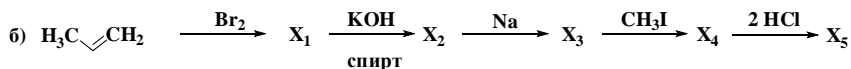
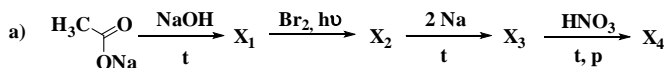
1. Назовите следующие углеводороды:



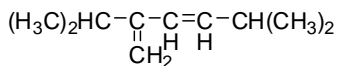
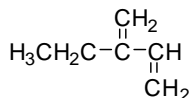
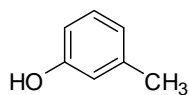
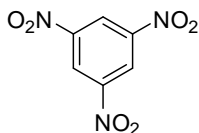
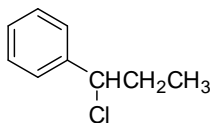
2. Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия

на смесь йодистого изобутила и йодистого метила? Получите реакцией Вюрца 3,6-диметилоктан.

- Какой углеводород получится при действии спиртового раствора щелочи на 2-бром-3-метилбутан? Назовите полученный углеводород и напишите для него реакции с  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}$ , полимеризацию.
- Для 3-метилпентина-1 напишите реакции со следующими веществами:  $\text{H}_2/\text{Ni}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{Na}$ , аммиачным раствором хлорида меди (I),  $\text{H}_2\text{O}/(\text{H}^+, \text{Hg}^{2+})$ . Используйте ацетилен для получения дипропилацетилена.
- Напишите схему образования дивинила и реакции его взаимодействия с  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ , полимеризацию. Какие полимерные материалы могут быть получены на основе сополимеризации дивинила с этиленом, изопрена с пропиленом?
- Напишите и назовите продукты реакций:



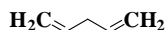
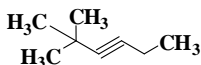
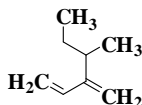
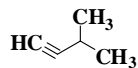
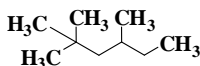
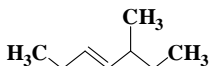
- Назовите следующие углеводороды:



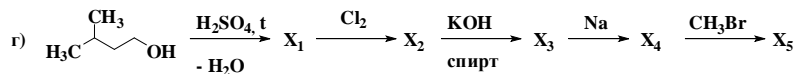
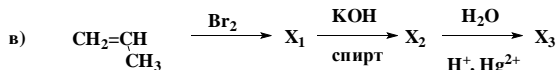
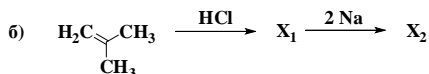
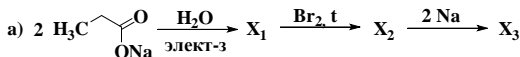
- Напишите реакции бутилбензола с указанными реагентами: а)  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{H}^+$ ,  $\text{t}$ ); б)  $\text{Br}_2$  ( $\text{AlBr}_3$ ); в)  $\text{HNO}_3$  ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).
- Напишите реакции галогенирования для а) толуола; б) ацетофенона.
- Получите из бензола *m*-бром-бензойную кислоту.

## Вариант № 12

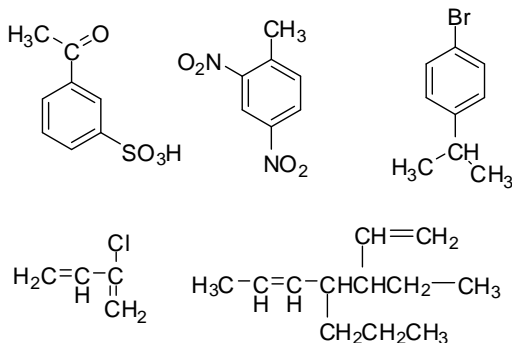
1. Назовите следующие углеводороды:



2. Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия на смесь йодистого метила и йодистого *втор*-бутила? Получите реакцией Вюрца 3,6-диметилгектан.
3. Какой углеводород получится при действии спиртового раствора щелочи на 2-хлорбутан? Назовите полученный углеводород и напишите для него реакции с  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}$ , полимеризацию.
4. Для бутина-2 напишите реакции со следующими веществами:  $\text{H}_2/\text{Ni}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/(\text{H}^+, \text{Hg}^{2+})$ , аммиачным раствором хлорида меди (I). Используйте ацетилен для получения дипропилацетилена и бутилацетилена.
5. Напишите взаимодействие пентадиена-1,3 с  $\text{Br}_2$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ , полимеризацию. Какие полимерные материалы могут быть получены на основе сополимеризации дивинила с этиленом, изопрена с пропиленом?
6. Напишите и назовите продукты реакций:



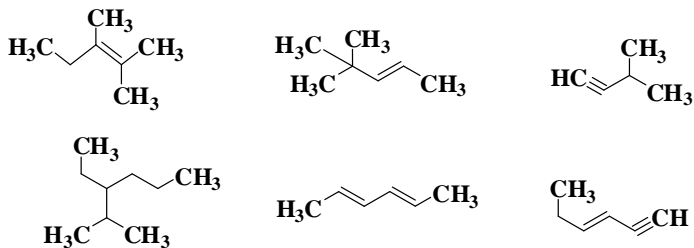
7. Назовите следующие углеводороды:



8. Напишите реакции *мета*-ксилола с указанными реагентами: а)  $\text{HNO}_3$  разб. ( $t^\circ\text{C}$ , p); б)  $2\text{Br}_2$  (hv); в)  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{H}^+$ , t).
9. Напишите реакции нитрования для а) нитробензола; б) изопропилбензола.
10. Получите из этилбензола 1-бром-1-фенилэтан и *n*-бромэтилбензол.

### Вариант № 13

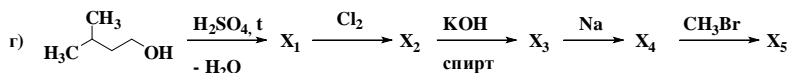
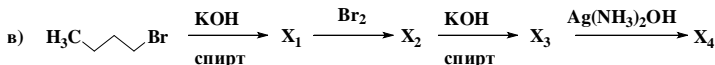
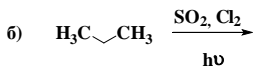
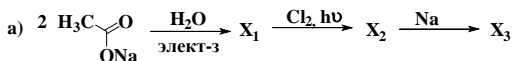
1. Назовите следующие углеводороды:



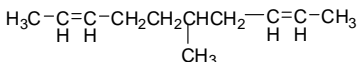
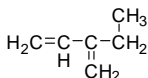
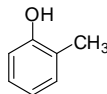
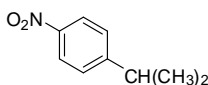
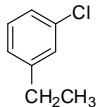
2. Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия на смесь йодистого изопропила и йодистого метила? Получите реакцией Вюрца 3,6-диметилотан.
3. Какой углеводород получится при действии спиртового раствора щелочи на 1-хлорбутан? Назовите полученный углеводород и напишите для него реакции с  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}$ , полимеризацию.
4. Для бутина-1 напишите реакции со следующими веществами:  $\text{H}_2/\text{Ni}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{Na}$ , аммиачным раствором хлорида меди (I),  $\text{H}_2\text{O}/(\text{H}^+, \text{Hg}^{2+})$ . Используйте ацетилен для получения дипропилацетилена.
5. Напишите схему образования дивинила и реакции его взаимодействия с  $\text{Br}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ , полимеризацию. Какие полимерные материалы могут быть получены на основе сополимеризации дивинила с этиленом, изопрена с этиленом?



6. Напишите и назовите продукты реакций:



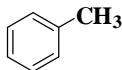
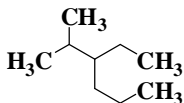
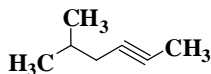
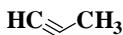
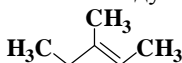
7. Назовите следующие углеводороды:



- Напишите реакции изопропилбензола с указанными реагентами: а)  $\text{Cl}_2, t^0$ ; б)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; в)  $\text{Br}_2 (\text{AlBr}_3)$ .
- Напишите реакции сульфирования для а) бензальдегида; б) хлорбензола.
- Получите из бензола *m*-хлор-бензойную кислоту.

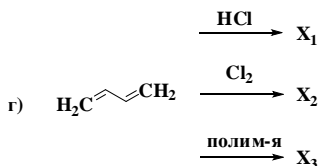
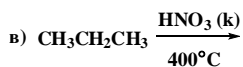
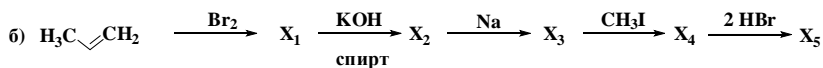
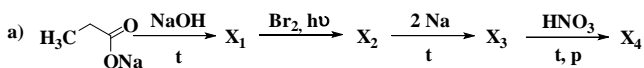
### Вариант № 14

1. Назовите следующие углеводороды:

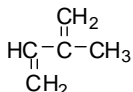
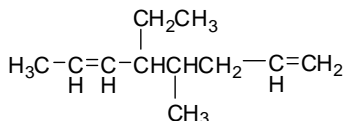
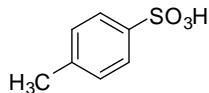
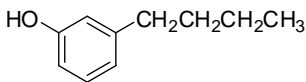
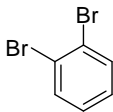


- Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия на смесь йодистого этила и йодистого изобутина? Получите реакцией Вюрца 3,6-диметилотан.

- Какой углеводород получится при действии спиртового раствора щелочи на 2-йод-3-метилбутан? Назовите полученный углеводород и напишите для него реакции с  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}$ , полимеризацию.
- Для пентина-1 напишите реакции со следующими веществами:  $\text{H}_2/\text{Ni}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{Na}$ , аммиачным раствором хлорида меди (I),  $\text{H}_2\text{O}/(\text{H}^+, \text{Hg}^{2+})$ . Используйте ацетилен для получения бутилацетилена.
- Напишите схему образования 1,3-бутадиена и реакции его взаимодействия с  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ , полимеризацию. Какие полимерные материалы могут быть получены на основе сополимеризации изопрена с этиленом, 1,3-бутадиена с этиленом?
- Напишите и назовите продукты реакций:



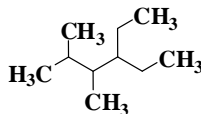
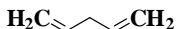
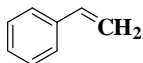
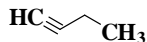
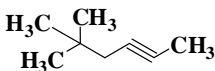
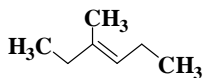
- Назовите следующие углеводороды:



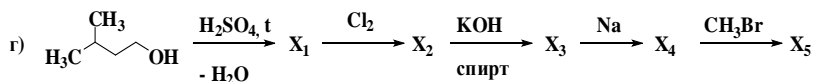
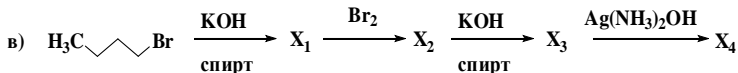
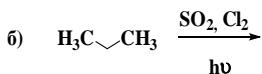
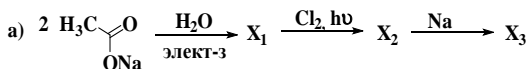
- Напишите реакции пропилбензола с указанными реагентами: а)  $\text{Br}_2$  (Fe); б)  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{H}^+$ , t); в)  $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$  ( $\text{AlCl}_3$ ).
- Напишите реакции нитрования для а) ацетофенона; б) бромбензола.
- Получите из бензола *n*-бром-бензойную кислоту.

## Вариант № 15

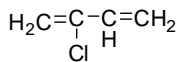
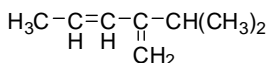
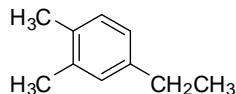
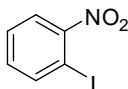
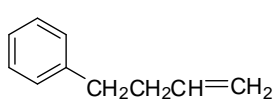
1. Назовите следующие углеводороды:



2. Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия на смесь йодистого изобутила и йодистого изопропила? Получите реакцией Вюрца 3,6-диметилотан.
3. Какой углеводород получится при действии спиртового раствора щелочи на 2-хлор-3-метилпентан? Назовите полученный углеводород и напишите для него реакции с  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}$ , полимеризацию.
4. Для бутина-1 напишите реакции со следующими веществами:  $\text{H}_2/\text{Ni}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+/\text{Hg}^{2+}$ , аммиачным раствором хлорида меди (I). Используйте ацетилен для получения дипропилацетилена.
5. Напишите схему образования изопрена из изопентилового спирта и реакции его с  $\text{Br}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ , полимеризацию. Какие полимерные материалы могут быть получены на основе сополимеризации дивинила с этиленом, изопрена с пропиленом?
6. Напишите и назовите продукты реакций:



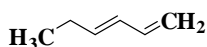
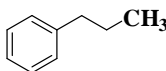
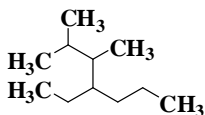
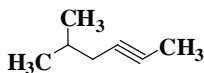
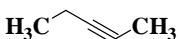
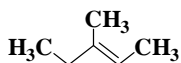
7. Назовите следующие углеводороды:



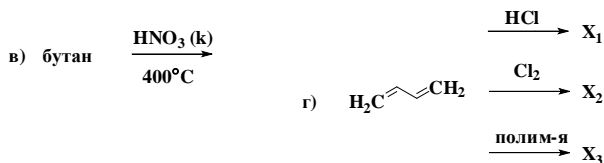
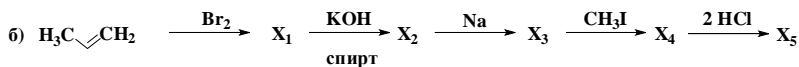
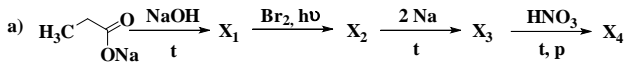
8. Напишите реакции толуола с указанными реагентами: а)  $\text{Br}_2$  ( $\text{AlBr}_3$ ); б)  $\text{KMnO}_4$ , ( $\text{H}^+$ ,  $t$ ); в)  $\text{HNO}_3$  ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).
9. Напишите реакции сульфирования для а) нитробензола; б) хлорбензола.
10. Получите из метилбензола бензилхлорид и *n*-хлортолуол.

### Вариант № 16

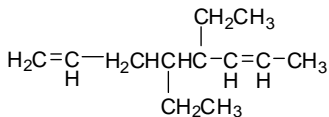
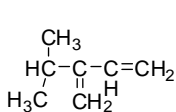
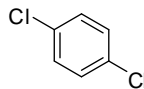
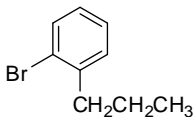
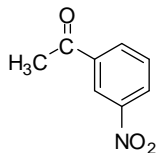
1. Назовите следующие углеводороды:



2. Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия на смесь йодистого изопропила и йодистого этила? Получите реакцией Вюрца 3,6-диметилоктан.
3. Какой углеводород получится при действии спиртового раствора щелочи на 2-бромпентан? Назовите полученный углеводород и напишите для него реакции с  $\text{HBr}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}$ , полимеризацию.
4. Для пентина-1 напишите реакции со следующими веществами:  $\text{H}_2/\text{Ni}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{Na}$ , аммиачным раствором хлорида меди (I),  $\text{H}_2\text{O}/(\text{H}^+, \text{Hg}^{2+})$ ,  $\text{CH}_3\text{OH}/\text{KOH}$ . Используйте ацетилен для получения бутилацетилена.
5. Напишите схему образования бутадиена-1,3 и реакции его взаимодействия с  $\text{Br}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ , полимеризацию. Какие полимерные материалы могут быть получены на основе сополимеризации изопрена с этиленом, дивинила с пропиленом?
6. Напишите и назовите продукты реакций:



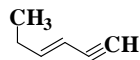
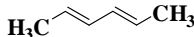
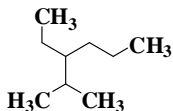
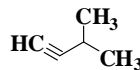
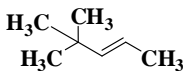
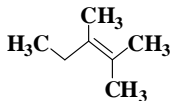
7. Назовите следующие углеводороды:



- Напишите реакции этилбензола с указанными реагентами: а)  $\text{Cl}_2$  (Fe); б)  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{H}^+$ , t); в)  $\text{CH}_3\text{COCl}$  ( $\text{AlCl}_3$ ).
- Напишите реакции нитрования для а) бензойной кислоты; б) бромбензола.
- Получите из бензола *n*-хлор-бензойную кислоту.

### Вариант № 17

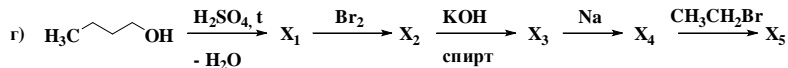
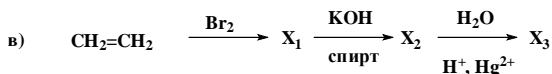
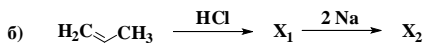
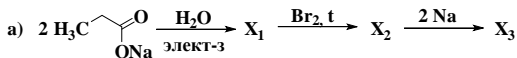
1. Назовите следующие углеводороды:



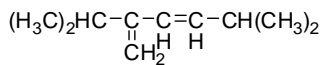
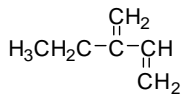
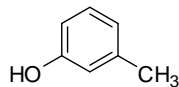
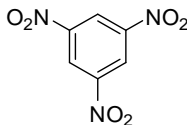
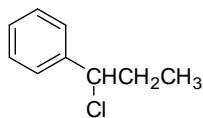
- Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия на смесь йодистого метила и йодистого изобутила? Получите реакцию Вюрца 2,3-диметилбутан.
- Из соответствующего галогенопроизводного получите 3-метил-1-пентен и

напишите для него реакции с HBr, Cl<sub>2</sub>, KMnO<sub>4</sub>/H<sub>2</sub>O, полимеризацию.

- Для 3-метил-1-пентина напишите реакции со следующими веществами: HCl (избыток), Br<sub>2</sub> (1 моль), Na, аммиачным раствором хлорида меди (I), H<sub>2</sub>O/(H<sup>+</sup>, Hg<sup>2+</sup>). Используйте ацетилен для получения диэтилацетилена и пропилацетилена.
- Получите 2,3-диметбутадие-н-1,3 и напишите реакции его взаимодействия с Cl<sub>2</sub>, HBr, H<sub>2</sub>O/H<sup>+</sup>, полимеризацию. Какие полимерные материалы могут быть получены на основе сополимеризации изопрена с этиленом?
- Напишите и назовите продукты реакций:



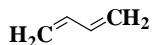
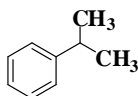
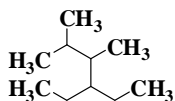
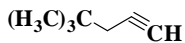
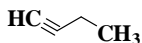
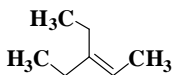
- Назовите следующие углеводороды:



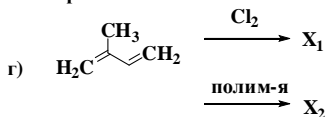
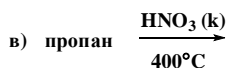
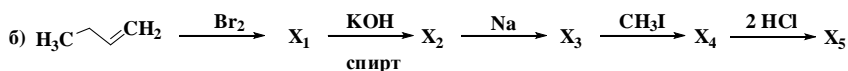
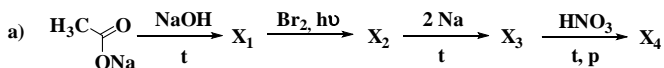
- Напишите реакции бутилбензола с указанными реагентами: а) KMnO<sub>4</sub> (H<sup>+</sup>, t); б) Br<sub>2</sub> (AlBr<sub>3</sub>); в) HNO<sub>3</sub> (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).
- Напишите реакции галогенирования для а) толуола; б) ацетофенона.
- Получите из бензола *m*-бром-бензойную кислоту.

### Вариант № 18

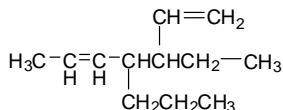
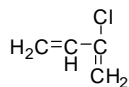
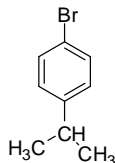
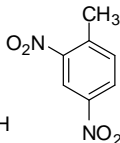
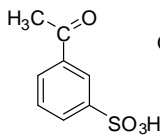
- Назовите следующие углеводороды:



- Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия на смесь йодистого изопропила и йодистого метила? Получите реакцию Вюрца 3,6-диметилоткан.
- Какой углеводород получится при действии спиртового раствора щелочи на 2-бромбутан? Назовите полученный углеводород и напишите для него реакции с  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}$ , полимеризацию.
- Для пентина-1 напишите реакции со следующими веществами:  $\text{H}_2/\text{Ni}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{Na}$ , аммиачным раствором хлорида меди (I),  $\text{H}_2\text{O}/(\text{H}^+, \text{Hg}^{2+})$ . Используйте ацетилен для получения дипропилацетилена.
- Напишите схему образования изопрена и реакции его взаимодействия с  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ , полимеризацию. Какие полимерные материалы могут быть получены на основе сополимеризации дивинила с этиленом, изопрена с пропиленом?
- Напишите и назовите продукты реакций:



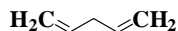
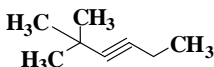
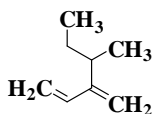
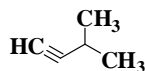
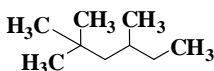
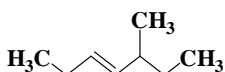
- Назовите следующие углеводороды:



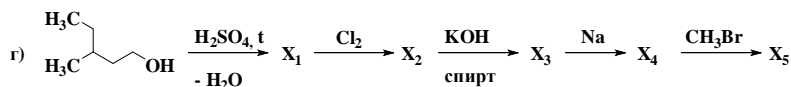
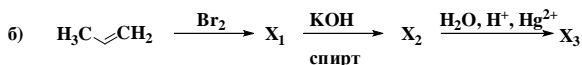
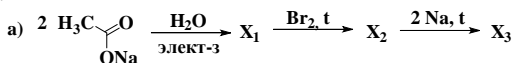
8. Напишите реакции *мета*-ксилола с указанными реагентами: а)  $\text{HNO}_3$  разб. ( $t^\circ\text{C}$ , p); б)  $2\text{Br}_2$  (hv); в)  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{H}^+$ , t).
9. Напишите реакции нитрования для а) нитробензола (приведите механизм); б) изопропилбензола.
10. Получите из этилбензола 1-бром-1-фенилэтан и *n*-бромэтилбензол.

### Вариант № 19

1. Назовите следующие углеводороды:

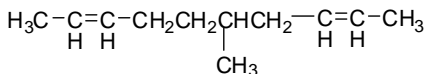
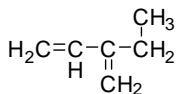
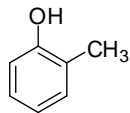
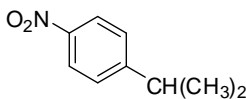
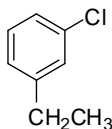


2. Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия на смесь йодистого этила и йодистого *втор*-бутила? Получите реакцию Вюрца 3,6-диметилотан.
3. Какой углеводород получится при действии спиртового раствора щелочи на 2-хлор-3-метилпентан? Назовите полученный углеводород и напишите для него реакции с  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}$ , полимеризацию.
4. Для бутина-1 напишите реакции со следующими веществами:  $\text{H}_2/\text{Ni}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+/\text{Hg}^{2+}$ , аммиачным раствором хлорида меди (I). Используйте ацетилен для получения пропилацетилена.
5. Напишите взаимодействие пентадиена-1,3 с  $\text{Br}_2$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ , полимеризацию. Какие полимерные материалы могут быть получены на основе сополимеризации изопрена с этиленом?
6. Напишите и назовите продукты реакций:
- 7.





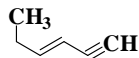
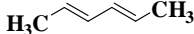
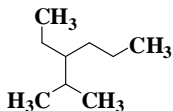
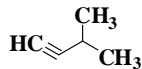
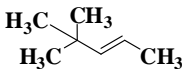
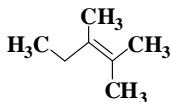
8. Назовите следующие углеводороды:



9. Напишите реакции изопропилбензола с указанными реагентами: а)  $\text{Cl}_2$ ,  $t^0$ ; б)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; в)  $\text{Br}_2$  ( $\text{AlBr}_3$ ).
10. Напишите реакции сульфирования для а) бензальдегида; б) хлорбензола.
11. Получите из бензола *m*-хлор-бензойную кислоту.

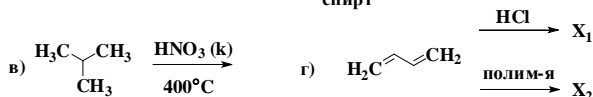
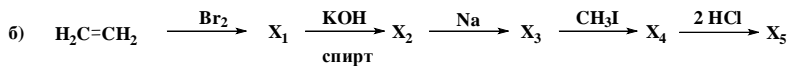
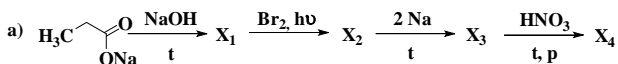
### Вариант № 20

1. Назовите следующие углеводороды:

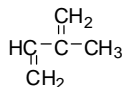
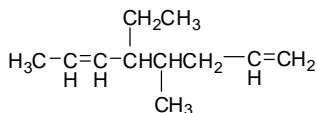
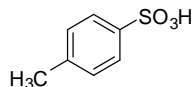
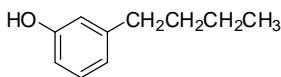
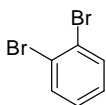


2. Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия на смесь йодистого этила и йодистого метила? Получите реакцией Вюрца 3,6-диметилотан.
3. Какой углеводород получится при действии спиртового раствора щёлочи на 1-йодбутан? Назовите полученный углеводород и напишите для него реакции с  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}$ , полимеризацию.
4. Для пропина напишите реакции со следующими веществами:  $\text{H}_2/\text{Ni}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{Na}$ , аммиачным раствором хлорида меди (I),  $\text{H}_2\text{O}/(\text{H}^+, \text{Hg}^{2+})$ . Используйте ацетилен для получения дипропилацетилена.
5. Напишите схему образования дивинила и реакции его взаимодействия с  $\text{Br}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ , полимеризацию. Какие полимерные материалы могут быть получены на основе сополимеризации изопрена с этиленом?

6. Напишите и назовите продукты реакций:



7. Назовите следующие углеводороды:



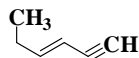
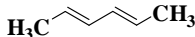
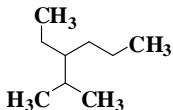
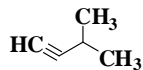
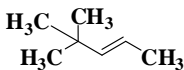
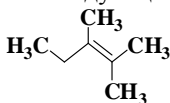
8. Напишите реакции пропилбензола с указанными реагентами: а)  $\text{Br}_2$  (Fe); б)  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{H}^+$ , t); в)  $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$  ( $\text{AlCl}_3$ ).

9. Напишите реакции нитрования для а) ацетофенона; б) бромбензола.

10. Получите из бензола *n*-бром-бензойную кислоту.

### Вариант № 21

1. Назовите следующие углеводороды:



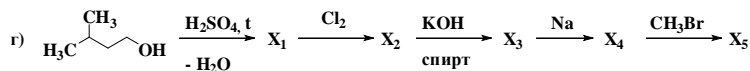
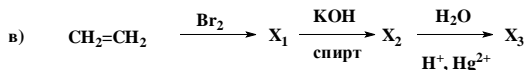
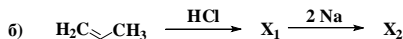
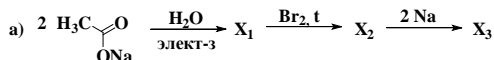
2. Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия на смесь йодистого метила и йодистого изопропила? Получите реакцией Вюрца 3,6-диметилоткан.

3. Из соответствующего галогенопроизводного получите 3-метил-1-пентен и напишите для него реакции с  $\text{HBr}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}$ , полимеризацию.

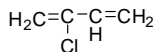
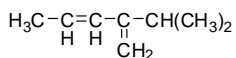
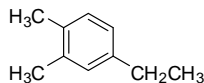
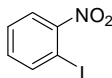
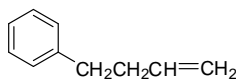
4. Для бутина-1 напишите реакции со следующими веществами:  $H_2/Ni$ ,  $Br_2$ ,  $Na$ ,  $H_2O/H^+/Hg^{2+}$ ,  $CH_3OH/KOH$ , аммиачным раствором хлорида меди (I). Используйте ацетилен для получения дипропилацетилена и бутилацетилена.

5. Напишите взаимодействие изопрена с  $Cl_2$ ,  $HBr$ ,  $H_2O/H^+$ , полимеризацию. Какие полимерные материалы могут быть получены на основе сополимеризации изопрена с этиленом, изопрена с пропиленом?

6. Напишите и назовите продукты реакций:



7. Назовите следующие углеводороды:



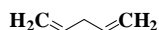
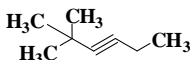
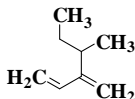
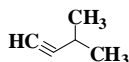
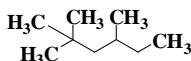
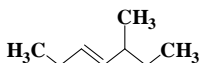
8. Напишите реакции толуола с указанными реагентами: а)  $Br_2$  ( $AlBr_3$ ); б)  $KMnO_4$ , ( $H^+$ ,  $t$ ); в)  $HNO_3$  ( $H_2SO_4$ ).

9. Напишите реакции сульфирования для а) нитробензола; б) хлорбензола.

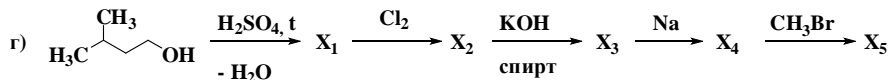
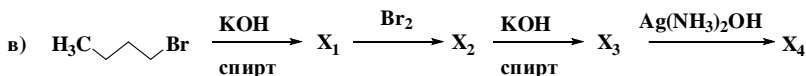
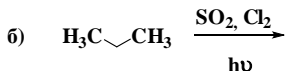
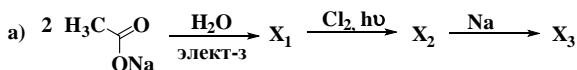
10. Получите из метилбензола бензилхлорид и *n*-хлортолуол.

### Вариант № 22

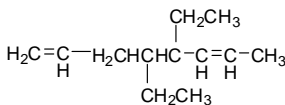
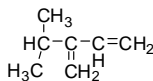
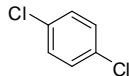
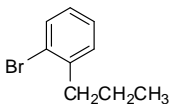
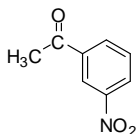
1. Назовите следующие углеводороды:



- Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия на смесь йодистого пропила и йодистого изобутила? Получите реакции Вюрца 2,3-диметилбутан.
- Какой углеводород получится при действии спиртового раствора щелочи на 2-бром-2,4-диметилпентан? Назовите полученный углеводород и напишите для него реакции с  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}$ , полимеризацию.
- Для 3-метил-1-пентина напишите реакции со следующими веществами:  $\text{HCl}$  (избыток),  $\text{Br}_2$  (1 моль),  $\text{Na}$ , аммиачным раствором хлорида меди (I),  $\text{H}_2\text{O}/(\text{H}^+, \text{Hg}^{2+})$ . Используйте ацетилен для получения диэтилацетилена и пропилацетилена.
- Получите 2,3-диметбутадиен-1,3 и напишите реакции его взаимодействия с  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ , полимеризацию. Какие полимерные материалы могут быть получены на основе сополимеризации изопрена с этиленом, изопрена с пропиленом?
- Напишите и назовите продукты реакций:



7. Назовите следующие углеводороды:

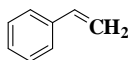
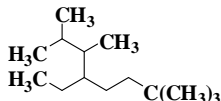
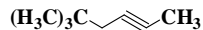
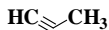
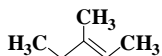


- Напишите реакции этилбензола с указанными реагентами: а)  $\text{Cl}_2$  (Fe); б)  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{H}^+$ , t); в)  $\text{CH}_3\text{COCl}$  ( $\text{AlCl}_3$ ).

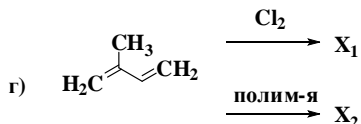
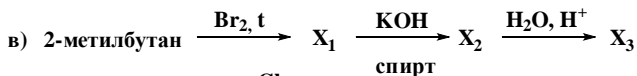
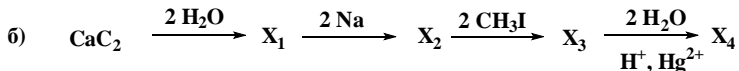
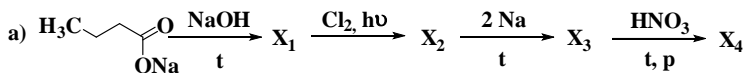
9. Напишите реакции нитрования для а) бензойной кислоты; б) бромбензола.  
 10. Получите из бензола *n*-хлор-бензойную кислоту.

### Вариант № 23

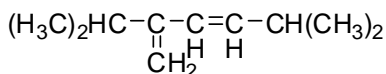
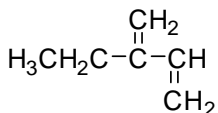
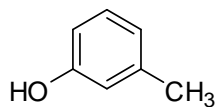
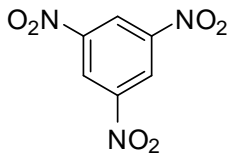
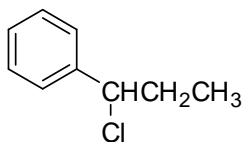
1. Назовите следующие углеводороды:



2. Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия на смесь йодистого *втор*-бутила и йодистого метила? Получите реакцию Вюрца 3,6-диметилоткан.  
 3. Какой углеводород получится при действии спиртового раствора щелочи на 2-бром-3-метилбутан? Назовите полученный углеводород и напишите для него реакции с  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}$ , полимеризацию.  
 4. Для 3-метилпентина-1 напишите реакции со следующими веществами:  $\text{H}_2/\text{Ni}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{Na}$ , аммиачным раствором хлорида меди (I),  $\text{H}_2\text{O}/(\text{H}^+, \text{Hg}^{2+})$ . Используйте ацетилен для получения дипропилацетилена и бутилацетилена.  
 5. Напишите схему образования дивинила и реакции его взаимодействия с  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ , полимеризацию. Какие полимерные материалы могут быть получены на основе сополимеризации дивинила с этиленом, изопрена с пропиленом?  
 6. Напишите и назовите продукты реакций:



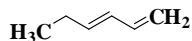
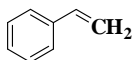
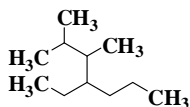
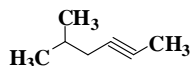
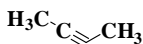
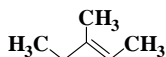
7. Назовите следующие углеводороды:



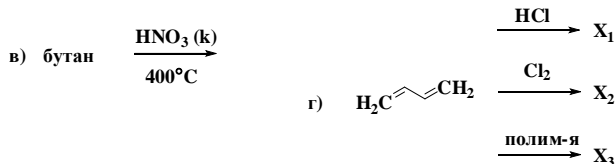
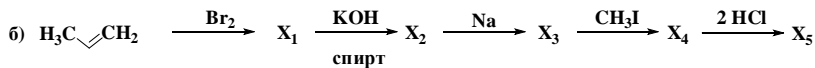
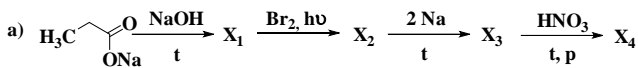
8. Напишите реакции бутилбензола с указанными реагентами: а)  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{H}^+$ ,  $t$ ); б)  $\text{Br}_2$  ( $\text{AlBr}_3$ ); в)  $\text{HNO}_3$  ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).
9. Напишите реакции галогенирования для а) толуола; б) ацетофенона.
10. Получите из бензола *m*-бром-бензойную кислоту.

### Вариант № 24

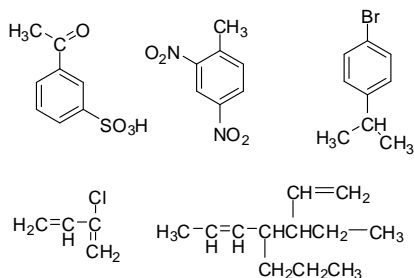
1. Назовите следующие углеводороды:



2. Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия на смесь йодистого изопропила и йодистого метила? Получите реакцию Вюрца 3,6-диметилотан.
3. Какой углеводород получится при действии спиртового раствора щелочи на 2-бромпентан? Назовите полученный углеводород и напишите для него реакции с  $\text{HBr}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}$ , полимеризацию.
4. Для пропина напишите реакции со следующими веществами:  $\text{H}_2/\text{Ni}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{Na}$ , аммиачным раствором хлорида меди (I),  $\text{H}_2\text{O}/(\text{H}^+, \text{Hg}^{2+})$ . Используйте ацетилен для получения дипропилацетилена и бутилацетилена.
5. Напишите взаимодействие пентадиена-1,3 с  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ , полимеризацию. Какие полимерные материалы могут быть получены на основе сополимеризации изопрена с этиленом, дивинила с пропиленом?
6. Напишите и назовите продукты реакций:



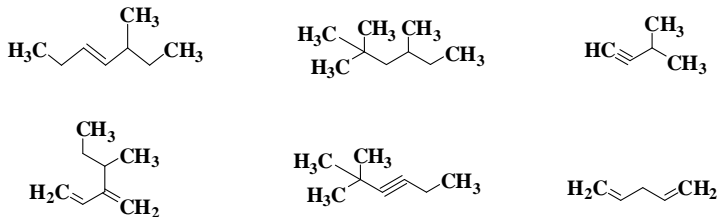
7. Назовите следующие углеводороды:



- Напишите реакции *meta*-ксилола с указанными реагентами: а)  $\text{HNO}_3$  разб. ( $t^\circ\text{C}$ , p); б)  $2\text{Br}_2$  (hv); в)  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{H}^+$ , t).
- Напишите реакции нитрования для а) нитробензола; б) изопропилбензола.
- Получите из этилбензола 1-бром-1-фенилэтан и *n*-бромэтилбензол.

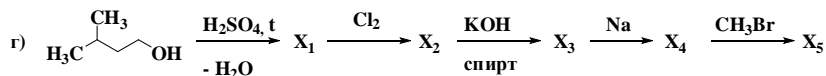
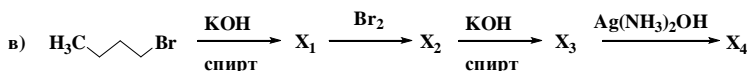
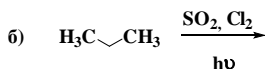
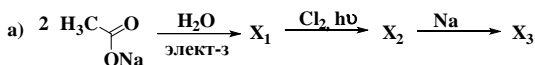
### Вариант № 25

1. Назовите следующие углеводороды:

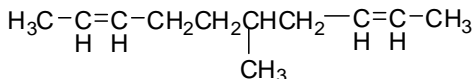
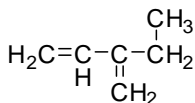
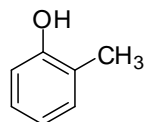
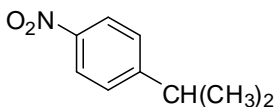
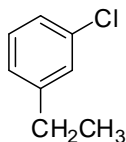


- Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия на смесь йодистого этила и йодистого *втор*-бутила? Получите реакцией Вюрца 3,6-диметилоттан.
- Какой углеводород получится при действии спиртового раствора щелочи

- на 2-хлорбутан? Назовите полученный углеводород и напишите для него реакции с  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}^+$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}$ , полимеризацию.
- Для бутина-2 напишите реакции со следующими веществами:  $\text{H}_2/\text{Ni}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/(\text{H}^+, \text{Hg}^{2+})$ , аммиачным раствором хлорида меди (I). Используйте ацетилен для получения дипропилацетилена и бутилацетилена.
  - Получите изопрен и напишите реакции его взаимодействия с  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ , полимеризацию. Какие полимерные материалы могут быть получены на основе сополимеризации изопрена с этиленом, изопрена с пропиленом?
  - Напишите и назовите продукты реакций:



- Назовите следующие углеводороды:



- Напишите реакции изопропилбензола с указанными реагентами: а)  $\text{Cl}_2$ ,  $t^0$ ; б)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (приведите механизм); в)  $\text{Br}_2$  ( $\text{AlBr}_3$ ).
- Напишите реакции сульфирования для а) бензальдегида; б) хлорбензола.
- Получите из бензола *m*-хлор-бензойную кислоту.

**ЗАДАНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ**



1. ТИП ГИБРИДИЗАЦИИ ОРБИТАЛЕЙ УГЛЕРОДНЫХ АТОМОВ, СВЯЗАННЫХ ОДИНАРНОЙ СВЯЗЬЮ В ПРЕДЕЛЬНЫХ УГЛЕВОДОРОДАХ

- ( )  $sp^3$   
 ( )  $sp$   
 ( )  $sp^2d$   
 ( )  $sp^2$

2. АЛКИН, СОДЕРЖАЩИЙ ЧЕТЫРЕ УГЛЕРОДНЫХ АТОМА \_\_\_\_\_

3. НАЗВАНИЕ ПРОДУКТА (ПО СИСТЕМЕ ИЮПАК) РЕАКЦИИ КУЧЕРОВА С ПРОПИНОМ \_\_\_\_\_

4. НЕПРЕДЕЛЬНЫЙ УГЛЕВОДОРОД, СОДЕРЖАЩИЙ ТРИ УГЛЕРОДНЫХ АТОМА И ОДНУ ТРОЙНУЮ СВЯЗЬ \_\_\_\_\_

5. РЕАКЦИЯ, ПРИВОДЯЩАЯ К ОБРАЗОВАНИЮ УКСУСНОГО АЛЬДЕГИДА -

- ( ) окисление пропанола-2  
 ( ) окисление пропанола-1  
 ( ) восстановление ацетона  
 ( ) присоединение воды к этину

6. НЕПРЕДЕЛЬНЫЙ УГЛЕВОДОРОД, СОДЕРЖАЩИЙ ТРИ УГЛЕРОДНЫХ АТОМА И ОДНУ ДВОЙНУЮ СВЯЗЬ \_\_\_\_\_

7. УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ ТИПА ГИБРИДИЗАЦИИ И СОЕДИНЕНИЯ, В КОТОРОМ ВСЕ АТОМЫ УГЛЕРОДА В ОДИНАКОВОМ СОСТОЯНИИ ГИБРИДИЗАЦИИ

$sp^3$		$CH_2 = CH-Cl$
$sp^2$		$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$
$sp$		$C_2H_2$

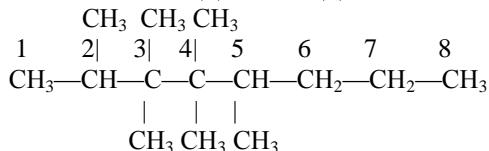
8. РОДОНОЧАЛЬНИКОМ ГОМОЛОГИЧЕСКОГО РЯДА АЛКАДИЕНОВ ЯВЛЯЕТСЯ \_\_\_\_\_

9. ГЕТЕРОЛИТИЧЕСКИЙ РАЗРЫВ СВЯЗИ C-Cl В МОЛЕКУЛЕ  $CH_3-CH_2Cl$  ПРИВОДИТ К ОБРАЗОВАНИЮ ЧАСТИЦ

- ( )  $CH_3^*$  и  $^*CH_2Cl$   
 ( )  $CH_3-CH_2^+$  и  $Cl^-$   
 ( )  $CH_3-CH_2^-$  и  $Cl^+$   
 ( )  $CH_3-CH_2^*$  и  $Cl^*$

10. УГЛЕВОДОРОД, СОДЕРЖАЩИЙ ШЕСТЬ АТОМОВ УГЛЕРОДА И ДВЕНАДЦАТЬ АТОМОВ ВОДОРОДА \_\_\_\_\_

11. ТОЛЬКО ВТОРИЧНЫЕ АТОМЫ УГЛЕРОДА ОСНОВНОЙ ЦЕПИ ДАННОГО СОЕДИНЕНИЯ ПРИВЕДЕНЫ ПОД НОМЕРОМ



- 1,2  
 5,6  
 6,7  
 1,8

12. ПО НОМЕНКЛАТУРЕ ИЮПАК ПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ ИМЕЮТ СУФФИКС \_\_\_\_\_

13. sp ГИБРИДИЗАЦИЯ ОРБИТАЛЕЙ УГЛЕРОДНЫХ АТОМОВ ВСТРЕЧАЕТСЯ ВСЕГДА В МОЛЕКУЛАХ УГЛЕВОДОРОДОВ

- Ароматических  
 Ацетиленовых  
 Этиленовых  
 Метановых  
 Диеновых

14. ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ АЛКИНА С ГАЛОГЕНОМ ОБРАЗУЕТСЯ

- галогенопроизводное и галоген  
 галогенопроизводное и вода  
 галогенопроизводное и галогеноводород  
 только галогенопроизводное

15. ПРЕДЕЛЬНЫЙ УГЛЕВОДОРОД, СОДЕРЖАЩИЙ ЧЕТЫРЕ УГЛЕРОДНЫХ АТОМА \_\_\_\_\_

16. 1,2-ДИБРОМЭТЕН ОБРАЗУЕТСЯ ПРИ ДЕЙСТВИИ МОЛЯ БРОМА НА МОЛЬ

- бутадиена  
 этена  
 этана  
 этина

17. НЕПРЕДЕЛЬНЫЙ УГЛЕВОДОРОД, СОДЕРЖАЩИЙ ЧЕТЫРЕ УГЛЕРОДНЫХ АТОМА И ОДНУ ДВОЙНУЮ СВЯЗЬ \_\_\_\_\_

18. В РЕАКЦИЯХ ЗАМЕЩЕНИЯ ВОДОРОДА В БЕНЗОЛЬНОМ КОЛЬЦЕ В МЕТА ПОЛОЖЕНИЕ НАПРАВЛЯЮТ

- галогены  
 гидроксильная группа  
 углеводородные радикалы  
 аминогруппа  
 карбоксильная группа

остатки кислородсодержащих минеральных кислот

карбонильная группа

19. РЕАКЦИИ ЗАМЕЩЕНИЯ НАИБОЛЕЕ ХАРАКТЕРНЫ ДЛЯ УГЛЕВОДОРОДОВ

Этиленовых

Ароматических

Диеновых

Ацетиленовых

Предельных

20. ПРЕДЕЛЬНЫЙ НЕЦИКЛИЧЕСКИЙ УГЛЕВОДОРОД, СОДЕРЖАЩИЙ СЕМЬ УГЛЕРОДНЫХ АТОМОВ \_\_\_\_\_

21. ПРАВИЛО МАРКОВНИКОВА НЕОБХОДИМО УЧИТЫВАТЬ В РЕАКЦИЯХ С

пропеном

этеном

пропаном

этином

22. УГЛЕВОДОРОД, СОДЕРЖАЩИЙ ШЕСТЬ АТОМОВ УГЛЕРОДА И ЧЕТЫРНАДЦАТЬ АТОМОВ ВОДОРОДА \_\_\_\_\_

23.  $sp^2$  ГИБРИДИЗАЦИЯ ОРБИТАЛЕЙ УГЛЕРОДНЫХ АТОМОВ ВСТРЕЧАЕТСЯ В МОЛЕКУЛАХ УГЛЕВОДОРОДОВ

Диеновых

Ароматических

Ацетиленовых

Предельных

Этиленовых

24. МЕХАНИЗМ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОПАНА С ХЛОРОМ НА СВЕТУ НАЗЫВАЕТСЯ:

радикальное присоединение

цепной свободнорадикальный

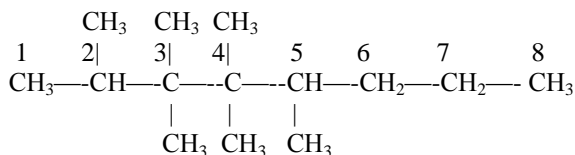
гомолитический распад

гетеролитический распад

25. НАЗВАНИЕ ПРОДУКТА (ПО СИСТЕМЕ ИЮПАК) РЕАКЦИИ КУЧЕРОВА С ЭТИНОМ \_\_\_\_\_

26. ТРИВИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ МЕТИЛБЕНЗОЛА \_\_\_\_\_

27. ТОЛЬКО ТРЕТИЧНЫЕ АТОМЫ УГЛЕРОДА ОСНОВНОЙ ЦЕПИ ДАННОГО СОЕДИНЕНИЯ ПРИВЕДЕНЫ ПОД НОМЕРОМ



- ( ) 1,8
- ( ) 6,7
- ( ) 2,5
- ( ) 3,4

28. ВАЛЕНТНЫЙ УГОЛ АТОМОВ УГЛЕРОДА В СОСТОЯНИИ sp-ГИБРИДИЗАЦИИ РАВЕН \_\_\_\_\_ ГРАДУСОВ

29. УГЛЕВОДОРОД, СОДЕРЖАЩИЙ ШЕСТЬ АТОМОВ УГЛЕРОДА И ЧЕТЫРНАДЦАТЬ АТОМОВ ВОДОРОДА \_\_\_\_\_

30. ТИП ГИБРИДИЗАЦИИ ОРБИТАЛЕЙ УГЛЕРОДНЫХ АТОМОВ, СВЯЗАННЫХ ДВОЙНОЙ СВЯЗЬЮ

- ( )  $sp^2$
- ( )  $sp^2d$
- ( ) sp
- ( )  $sp^3$

31. ПРЕДЕЛЬНЫЙ НЕЦИКЛИЧЕСКИЙ УГЛЕВОДОРОД, СОДЕРЖАЩИЙ ШЕСТЬ УГЛЕРОДНЫХ АТОМОВ \_\_\_\_\_

32. ПРЕДЕЛЬНЫЙ УГЛЕВОДОРОД, СОДЕРЖАЩИЙ ТРИ УГЛЕРОДНЫХ АТОМА \_\_\_\_\_

33. ИЗ ПРИВЕДЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ ЭТИЛЕНОВЫМ ЯВЛЯЕТСЯ

- ( )  $C_8 H_{14}$
- ( )  $C_5 H_{12}$
- ( )  $C_7 H_{14}$

34. УГЛЕВОДОРОД, СОДЕРЖАЩИЙ ПЯТЬ АТОМОВ УГЛЕРОДА И ДВЕНАДЦАТЬ АТОМОВ ВОДОРОДА \_\_\_\_\_

35. ПО НОМЕНКЛАТУРЕ ИЮПАК НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ С ОДНОЙ ДВОЙНОЙ СВЯЗЬЮ ИМЕЮТ СУФФИКС \_\_\_\_\_

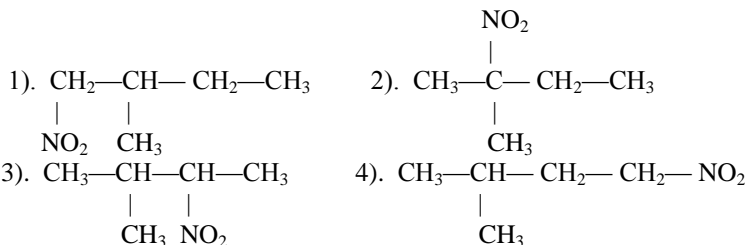
36. ИЗ ПРИВЕДЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ АЦЕТИЛЕНОВЫМ ЯВЛЯЕТСЯ

- ( )  $C_7 H_{14}$
- ( )  $C_8 H_{14}$
- ( )  $C_5 H_{12}$

37. УГЛЕВОДОРОД, СОДЕРЖАЩИЙ ДЕВЯТЬ АТОМОВ УГЛЕРОДА И ВОСЕМНАДЦАТЬ АТОМОВ ВОДОРОДА \_\_\_\_\_

38. ПРИ ДЕЙСТВИИ НА 2-МЕТИЛБУТАН РАЗБАВЛЕННОЙ АЗОТНОЙ КИСЛОТОЙ ПРЕИМУЩЕСТВЕННО БУДЕТ

ОБРАЗОВЫВАТЬСЯ



39. УГЛЕВОДОРОД, СОДЕРЖАЩИЙ СЕМЬ АТОМОВ УГЛЕРОДА И ЧЕТЫРНАДЦАТЬ АТОМОВ ВОДОРОДА \_\_\_\_\_

40. РЕАКЦИИ ЗАМЕЩЕНИЯ НАИБОЛЕЕ ХАРАКТЕРНЫ ДЛЯ УГЛЕВОДОРОДОВ

- алканы
- алкены
- арены
- алкины
- диены

41. УГЛЕВОДОРОД, СОДЕРЖАЩИЙ СЕМЬ АТОМОВ УГЛЕРОДА И ШЕСТНАДЦАТЬ АТОМОВ ВОДОРОДА \_\_\_\_\_

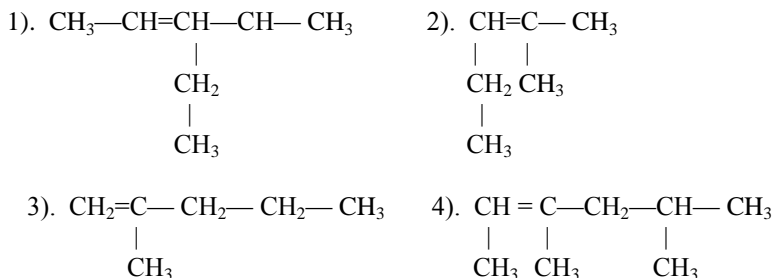
42. ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ АЛКАНА С ГАЛОГЕНОМ ОБРАЗУЕТСЯ

- галогенопроизводное и галогеноводород
- галогенопроизводное и галоген
- галогенопроизводное и вода
- только галогенопроизводное

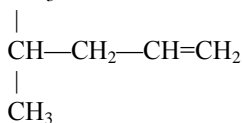
43. ПО НОМЕНКЛАТУРЕ ИЮПАК НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОДОДЫ С ДВУМЯ ДВОЙНЫМИ СВЯЗЯМИ ИМЕЮТ СУФФИКС \_\_\_\_\_

44. БРОМЭТАН ОБРАЗУЕТСЯ ПРИ ДЕЙСТВИИ 1 МОЛЯ БРОМА НА 1 МОЛЬ \_\_\_\_\_

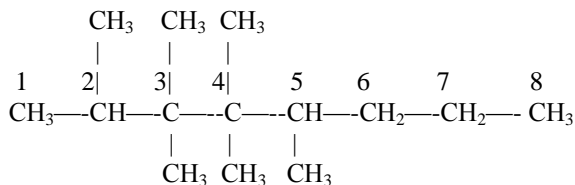
45. ФОРМУЛА 4-МЕТИЛПЕНТЕН-1



5).  $\text{CH}_3$



46. ТОЛЬКО ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ АТОМЫ УГЛЕРОДА  
ОСНОВНОЙ ЦЕПИ ДАННОГО СОЕДИНЕНИЯ ПРИВЕДЕНЫ ПОД  
НОМЕРОМ



3,4

1,8

6,7

2,5

47. 1,1,2,2-ТЕТРАБРОМЭТАН ОБРАЗУЕТСЯ ПРИ ДЕЙСТВИИ ДВУХ  
МОЛЕЙ БРОМА НА МОЛЬ

бутадиена

этана

этина

этена

48. РЕАКЦИЯ КОНОВАЛОВА БУДЕТ ПРОХОДИТЬ ПРИ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИИ 2-МЕТИЛБУТАНА С

$\text{HNO}_3$

$\text{O}_2$

$\text{H}_2\text{SO}_4$

$\text{Cl}_2$

$\text{H}_2\text{O}$

49. В РЕАКЦИЯХ ЗАМЕЩЕНИЯ ВОДОРОДА В БЕНЗОЛЬНОМ  
КОЛЬЦЕ ЗАМЕСТИТЕЛЯМИ ПЕРВОГО РОДА ЯВЛЯЮТСЯ

аминогруппа

углеводородные радикалы

галогены

гидроксильная группа

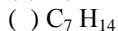
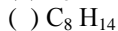
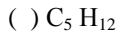
карбонильная группа

карбоксильная группа

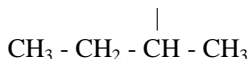
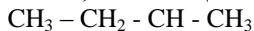
остатки кислородсодержащих минеральных кислот

50. СИСТЕМЫ С ЧЕРЕДУЮЩИМИСЯ ДВОЙНЫМИ СВЯЗЯМИ  
НАЗЫВАЮТСЯ \_\_\_\_\_

51. ИЗ ПРИВЕДЕННЫХ УГЛЕВОДОДОВ ПРЕДЕЛЬНЫМ ЯВЛЯЕТСЯ



52. СОЕДИНЕНИЕ, ИМЕЮЩЕЕ СТРУКТУРНУЮ ФОРМУЛУ



( ) 3,4-диметилгептан

( ) 3-метил-4-этилпентан

( ) 3,4-диметилгексан

( ) 2-вторбутан

53. ТРИВИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ ПРОДУКТА РЕАКЦИИ КУЧЕРОВА С ПРОПИНОМ \_\_\_\_\_

54. РЕАКЦИИ ПРИСОЕДИНЕНИЯ ХАРАКТЕРНЫ ДЛЯ УГЛЕВОДОДОВ

[ ] Предельных

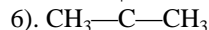
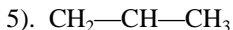
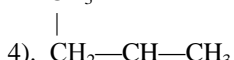
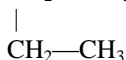
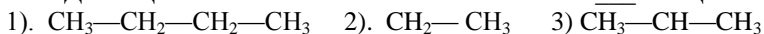
[ ] Диеновых

[ ] Ацетиленовых

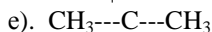
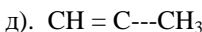
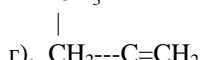
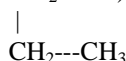
[ ] Ароматических

[ ] Этиленовых

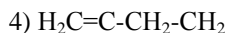
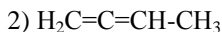
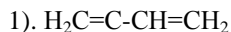
55. СЛЕДУЮЩИМИ ФОРМУЛАМИ ИЗОБРАЖЕНО \_\_\_ ВЕЩЕСТВ(а)



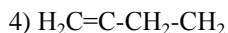
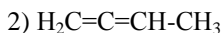
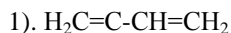
56. КОЛИЧЕСТВО ВЕЩЕСТВ, ИЗОБРАЖЕННЫХ СЛЕДУЮЩИМИ ФОРМУЛАМИ



57. ФОРМУЛА ДИЕНОVOГО УГЛЕВОДОРОДА С СОПРЯЖЕННЫМИ СВЯЗЯМИ



58. ФОРМУЛА ДИЕНОVOГО УГЛЕВОДОРОДА С ИЗОЛИРОВАННЫМИ СВЯЗЯМИ



59. ТИП ГИБРИДИЗАЦИИ ОРБИТАЛЕЙ УГЛЕРОДНЫХ АТОМОВ, СВЯЗАННЫХ ТРОЙНОЙ СВЯЗЬЮ

( )  $\text{sp}^2\text{d}$

( )  $\text{sp}^3$

( )  $\text{sp}^2$

( )  $\text{sp}$

60. АЛКЕН, СОДЕРЖАЩИЙ ЧЕТЫРЕ УГЛЕРОДНЫХ АТОМА \_\_\_\_\_

61. ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ 2-МЕТИЛБУТАНА С ХЛОРОМ В БОЛЬШЕМ КОЛИЧЕСТВЕ ОБРАЗУЕТСЯ

( ) 2-метил-4-хлорбутан

( ) 2-метил-2-хлорбутан

( ) 2-метил-3-хлорбутан

( ) 2-метил-1-хлорбутан

62. НАЗВАНИЕ ДАННОГО СОЕДИНЕНИЯ ПО СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ НОМЕНКЛАТУРЕ \_\_\_\_\_

( ) 2-метил-2-этилпропан

( ) Триметилэтилметан

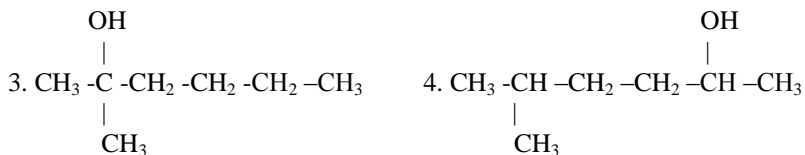
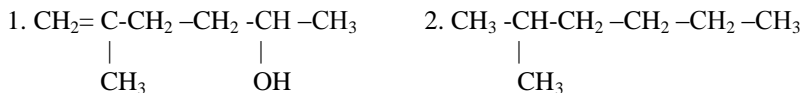
( ) 2,2-диметилгексан

( ) 2,2-диметилбутан

( ) 1,2,2-триметилпропан



63. ПРИ ГИДРАТАЦИИ 2-МЕТИЛГЕКСЕНА-1 ОБРАЗУЕТСЯ



64. ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ АРЕНА С ГАЛОГЕНОМ ОБРАЗУЕТСЯ

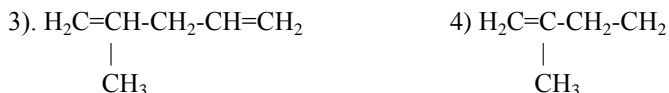
( ) галогенопроизводное и галогеноводород

( ) галогенопроизводное и вода

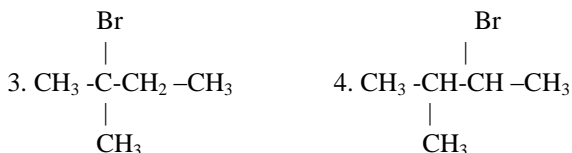
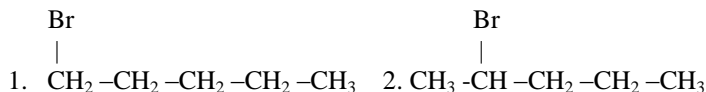
( ) галогенопроизводное и галоген

( ) только галогенопроизводное

65. ФОРМУЛА ДИЕНОВОГО УГЛЕВОДОРОДА С КУМУЛИРОВАННЫМИ СВЯЗЯМИ

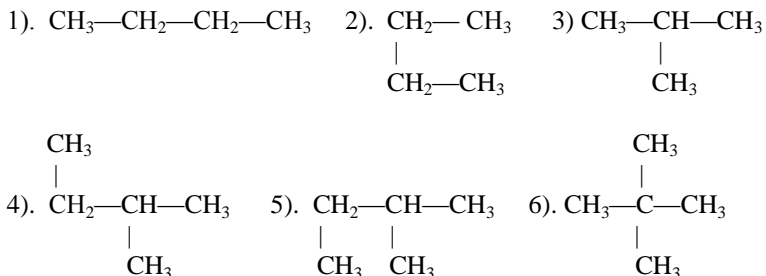


66. ПРИ ОБЛУЧЕНИИ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫМ СВЕТОМ ОСНОВНЫМ ПРОДУКТОМ БРОМИРОВАНИЯ н-ПЕНТАНА БУДЕТ





74. СЛЕДУЮЩИМИ ФОРМУЛАМИ ИЗОБРАЖЕНО  
 \_\_\_\_\_ ВЕЩЕСТВ(а)



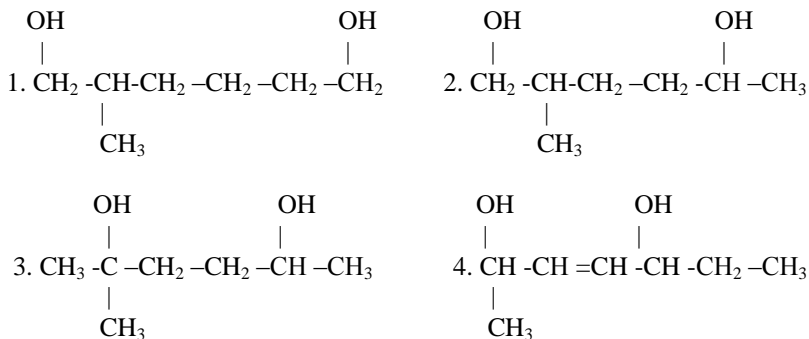
75. ПО НОМЕНКЛАТУРЕ ИЮПАК НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ  
 УГЛЕВОДОДОДЫ С ОДНОЙ ДВОЙНОЙ СВЯЗЬЮ ИМЕЮТ  
 СУФФИКС \_\_\_\_\_

76. В РЕАКЦИЯХ ЗАМЕЩЕНИЯ ВОДОРОДА В БЕНЗОЛЬНОМ  
 КОЛЬЦЕ ЗАМЕСТИТЕЛЯМИ ВТОРОГО РОДА ЯВЛЯЮТСЯ

- гидроксильная группа  
 остатки кислородсодержащих минеральных кислот  
 углеводородные радикалы  
 карбонильная группа  
 аминогруппа  
 галогены  
 карбоксильная группа

77. ПО НОМЕНКЛАТУРЕ ИЮПАК НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ  
 УГЛЕВОДОДОДЫ С ОДНОЙ ТРОЙНОЙ СВЯЗЬЮ ИМЕЮТ СУФФИКС

78. ПРИ ПОЛНОЙ ГИДРАТАЦИИ 2-МЕТИЛГЕКСАДИЕНА-1,5  
 ОБРАЗУЕТСЯ

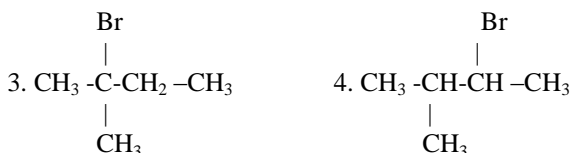
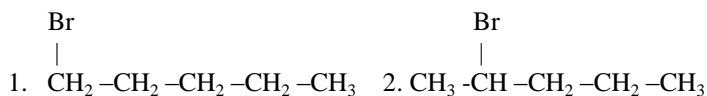


79. ЭТАН ВЗАИМОДЕЙСТВУЕТ С

- ( ) NaOH
- ( ) бромом
- ( ) водой
- ( ) HCl

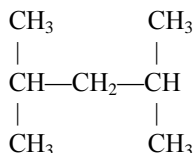
80. УГЛЕВОДОРОД, СОДЕРЖАЩИЙ ВОСЕМЬ АТОМОВ УГЛЕРОДА И ВОСЕМНАДЦАТЬ АТОМОВ ВОДОРОДА \_\_\_\_\_

81. ОСНОВНОЙ ПРОДУКТ БРОМИРОВАНИЯ 2-МЕТИЛБУТАНА



82. УГЛЕВОДОРОД, СОДЕРЖАЩИЙ ШЕСТЬ АТОМОВ УГЛЕРОДА И ДЕСЯТЬ АТОМОВ ВОДОРОДА \_\_\_\_\_

83. НАЗВАНИЕ ДАННОГО СОЕДИНЕНИЯ ПО СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ НОМЕНКЛАТУРЕ



- ( ) 1,1,3,3-тетраметилпропан
- ( ) Изогептан
- ( ) 2,4-диметилпентан
- ( ) Диизолпропилметан

84. ВАЛЕНТНЫЙ УГОЛ АТОМОВ УГЛЕРОДА В СОСТОЯНИИ  $sp^3$  ГИБРИДИЗАЦИИ РАВЕН \_\_\_\_\_ ГРАДУСОВ

85. РЕАКЦИЯ ПРИСОЕДИНЕНИЯ ХЛОРИСТОГО ВОДОРОДА ПРОЙДЕТ ПО ПРАВИЛУ МАРКОВНИКОВА С

- ( ) этеном
- ( ) этином
- ( ) пропаном
- ( ) пропеном

86. ТОЛЬКО  $sp^3$  ГИБРИДИЗАЦИЯ ОРБИТАЛЕЙ УГЛЕРОДНЫХ АТОМОВ ВСТРЕЧАЕТСЯ В МОЛЕКУЛАХ УГЛЕВОДОРОДОВ

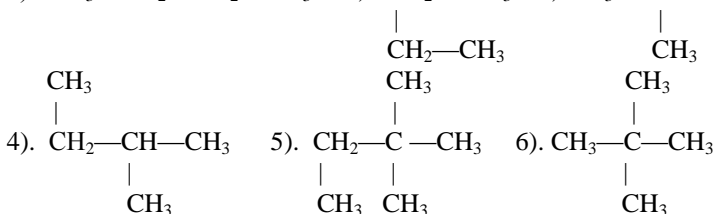
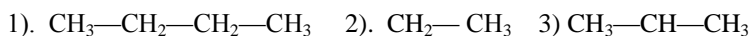
- [ ] Циклопарафинов  
 [ ] Диеновых  
 [ ] Этиленовых  
 [ ] Парафинов  
 [ ] Ароматических  
 [ ] Ацетиленовых

87. 1,2-ДИБРОМЭТАН МОЖЕТ ОБРАЗОВАТЬСЯ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ МОЛЯ БРОМА С МОЛЕМ

- ( ) ЭТАНА  
 ( ) ЭТЕНА  
 ( ) ЭТИНА  
 ( ) БУТАДИЕНА

88. РОДОНОЧАЛЬНИКОМ ГОМОЛОГИЧЕСКОГО РЯДА АЛКИНОВ ЯВЛЯЕТСЯ (по системе ИЮПАК) \_\_\_\_\_

89. СЛЕДУЮЩИМИ ФОРМУЛАМИ ИЗОБРАЖЕНО \_\_ ВЕЩЕСТВ(а)



90. УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ МЕЖДУ ФОРМУЛОЙ ВЕЩЕСТВА И КЛАССОМ (ГРУППОЙ) ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ, К КОТОРОМУ(-ОЙ) ОНО ПРИНАДЛЕЖИТ.

Формула вещества	Класс (группа) органических соединений
А) $C_6H_6$	1) алканы
Б) $C_6H_{14}$	2) алкены
В) $C_7H_{14}$	3) алкины
Г) $C_8H_{10}$	4) арены

91. ПО ИОННОМУ МЕХАНИЗМУ ПРОТЕКАЕТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ

- 1) этилена с бромоводородом  
 2) пропана с хлором  
 3) толуола с хлором при освещении  
 4) толуола с бромом в присутствии  $FeBr_3$   
 5) бензола с азотной кислотой  
 6) метана с кислородом

92. ПРОМЕЖУТОЧНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ КАРБОКАТИОНА  $\text{CH}_3\text{-CH}^+\text{-CH}_3$  ПРОИСХОДИТ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ

- 1) пропана и хлора
- 2) пропена и хлора
- 3) пропена и хлороводорода
- 4) пропена и воды в присутствии катализатора
- 5) пропина и хлороводорода
- 6) пропена и бромоводорода

93. ИСПОЛЬЗОВАТЬ ПРАВИЛО МАРКОВНИКОВА СЛЕДУЕТ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕИМУЩЕСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ РЕАКЦИИ

- 1) бутена-2 с хлороводородом
- 2) бутена-1 с хлороводородом
- 3) пропена с хлороводородом
- 4) пропена с водой
- 5) пропена водородом
- 6) 3,3,3-трифторпропена с хлористым водородом

94. В СХЕМЕ ПРЕВРАЩЕНИЙ:

1-бромпропан  $\rightarrow$  X  $\rightarrow$  бензол веществом «X» является

- 1) пропен
- 2) пропин
- 3) гексан
- 4) циклогексан

95. СХОДСТВО ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕНЗОЛА И ПРЕДЕЛЬНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ ПРОЯВЛЯЕТСЯ В РЕАКЦИИ

- 1)  $\text{C}_6\text{H}_6 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}$
- 2)  $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5 - \text{C}_2\text{H}_5$
- 3)  $\text{C}_6\text{H}_6 + 3\text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$
- 4)  $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{Br} + \text{HBr}$

96. ВЕРНЫ ЛИ СЛЕДУЮЩИЕ СУЖДЕНИЯ О СВОЙСТВАХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ?

- А. Бензол обесцвечивает раствор перманганата калия.  
Б. Толуол вступает в реакцию полимеризации.
- 1) верно только А
  - 2) верно только Б
  - 3) верны оба суждения
  - 4) оба суждения неверны

97. ТОЛУОЛ РЕАГИРУЕТ С

- 1) водородом
- 2) водой
- 3) цинком
- 4) азотной кислотой
- 5) хлороводородом
- 6) хлором

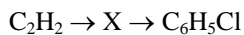
98. БЕНЗОЛ И ТОЛУОЛ МОЖНО РАЗЛИЧИТЬ, ПРОВЕДЯ РЕАКЦИЮ С

- 1) бромной водой
- 2) раствором перманганата калия
- 3) аммиачным раствором оксида серебра
- 4) свежесосажденным гидроксидом меди

99. НЕЛЬЗЯ В ОДНУ СТАДИЮ ПОЛУЧИТЬ БЕНЗОЛ ИЗ

- 1) ацетилен
- 2) гексана
- 3) гептана
- 4) бензоата натрия

100. В СХЕМЕ ПРЕВРАЩЕНИЙ:



веществом «X» является

- 1) этилен
- 2) бромэтан
- 3) этаналь
- 4) бензол

Правильные ответы:

Вопрос	Ответ	Вопрос	Ответ	Вопрос	Ответ
1.	1	34.	пентан	67.	октин октадиен
2.	бутин	35.	ен	68.	4
3.	пропанон	36.	2	69.	4
4.	пропин	37.	нонен	70.	3
5.	4	38.	2	71.	ин
6.	пропен	39.	гептен	72.	1;2;3;5
7.	1-2;2-1;3-3	40.	1;3	73.	120
8.	пропадиен	41.	гептан	74.	4
9.	2	42.	1	75.	ен
10.	гексен	43.	диен	76.	2;4;7
11.	3	44.	этана	77.	ин
12.	ан	45.	5	78.	3
13.	2	46.	1	79.	2
14.	4	47.	3	80.	октан
15.	бутан	48.	1	81.	3
16.	4	49.	1;2;3;4	82.	гексин гексадиен
17.	бутен	50.	сопряженными	83.	3
18.	5;6;7	51.	1	84.	109,28
19.	2;5	52.	3	85.	4
20.	гептан	53.	ацетон	86.	1;4
21.	1	54.	2;3;5	87.	2
22.	гексан	55.	3	88.	этин ацетилен
23.	1;2;5	56.	5	89.	5
24.	2	57.	1	90.	А-4; Б-1;В-2;Г-3
25.	этаналь	58.	3	91.	1; 4; 5
26.	толуол	59.	4	92.	3; 4; 6
27.	3	60.	бутен	93.	2; 3; 4;
28.	180	61.	2	94.	3
29.	гексан	62.	4	95.	4
30.	1	63.	3	96.	4
31.	гексан	64.	1	97.	1; 4; 6
32.	пропан	65.	2	98.	2
33.	3	66.	2	99.	3
				100.	4



**ПРИЛОЖЕНИЯ**

Приложение 1

**Гомологический ряд алканов**

№ п/п	Молекулярная формула алкана $C_nH_{2n+2}$	Название алкана	Молекулярная формула радикала $C_nH_{2n+1}^*$	Название алкила (алкильного радикала)
1	$CH_4$		$-CH_3$	метил
2	$C_2H_6$	этан	$-C_2H_5$	этил
3	$C_3H_8$	пропан	$-C_3H_7^{**}$	пропил
4	$C_4H_{10}$	бутан	$-C_4H_9^{***}$	бутил
5	$C_5H_{12}$	пентан	$-C_5H_{11}$	пентил(амил)
6	$C_6H_{14}$	гексан	$-C_6H_{13}$	гексил
7	$C_7H_{16}$	гептан	$-C_7H_{15}$	гептил
8	$C_8H_{18}$	октан	$-C_8H_{17}$	октил
9	$C_9H_{20}$	нонан	$-C_9H_{19}$	нонил
10	$C_{10}H_{22}$	декан	$-C_{10}H_{21}$	децил
11	$C_{11}H_{24}$	ундекан	$-C_{11}H_{23}$	ундецил
12	$C_{12}H_{26}$	додекан	$-C_{12}H_{25}$	додецил
13	$C_{13}H_{28}$	тридекан	$-C_{13}H_{27}$	тридецил
14	$C_{14}H_{30}$	тетрадекан	$-C_{14}H_{29}$	тетрадецил
15	$C_{15}H_{32}$	пентадекан	$-C_{15}H_{31}$	пентадецил
16	$C_{16}H_{34}$	гексадекан	$-C_{16}H_{33}$	гексадецил
17	$C_{17}H_{36}$	гептадекан	$-C_{17}H_{35}$	гептадецил
18	$C_{18}H_{38}$	октадекан	$-C_{18}H_{37}$	октадецил
19	$C_{19}H_{40}$	нонадекан	$-C_{19}H_{39}$	нонадецил
20	$C_{20}H_{42}$	эйкозан	$-C_{20}H_{41}$	эйкозил

## Важнейшие свойства ковалентных связей

Связь	Длина $r_0$ , нм	Энергия $E_0$ , кДж/моль	Полярность D, дебай	Поляризуемость $10^{-24} \text{см}^3 \epsilon_0^3 \text{A}^3$
C–C алканы	0,154	347	0	1,3
C=C алкены	0,133	607	0	4,2
C≡C алкины	0,120	803	0	6,2
C–N амины	0,147	285	0,5	1,6
C=N	0,127	615	1,4	3,8
C≡N	0,115	866	3,1	4,8
C–O спирт	0,143	335	0,7	1,5
C=O альдегид	0,121	695	2,4	3,3
C–F	0,140	448	1,4	1,4
C–Cl	0,176	326	1,5	6,5
C–Br	0,191	285	1,4	9,4
C–I	0,212	213	1,3	14,6
H–C алканы	0,109	415	0,4	1,7
H–O спирты	0,096	464	1,5	1,7
H–N амины	0,101	389	1,3	1,8
N–N гидразин	0,148	163	0	2,0
N=N	0,124	418	0	4,1
N–O, NO <sub>2</sub>	0,137	200	1,0	2,4
N=O	0,122	400	3,0	4,0

$E_0$  – энергия связи (средняя) – величина, приписываемая каждой связи так, что сумма энергий всех связей равна теплоте атомизации газообразной молекулы при 0°K в основном состоянии;

$r_0$  – среднее межъядерное расстояние при 0°K;  
в расчетах можно принять  $E_0 \approx E_{298}$ .

## Качественные реакции органических веществ

Определяемое вещество или класс веществ	Реагент	Признаки реакции
Алканы	Пламя	Обычно определяют путем исключения. Низшие алканы горят голубоватым пламенем.
Алкены C=C	1) Бромная вода 2) р-р KMnO <sub>4</sub> 3) Горение	Обесцвечивание раствора. Обесцвечивание раствора, выпадение бурого осадка MnO <sub>2</sub> . Горят слегка желтоватым пламенем (частицы углерода).
Бензол	Горение	Обычно определяют путем исключения. Горит коптящим пламенем.
Фенол	1) Бромная вода 2) FeCl <sub>3</sub>	Обесцвечивание, выпадение белого осадка трибромфенола. Фиолетовое окрашивание.

## Список литературы

1. Грандберг И.И. Органическая химия: Учеб. для студ. вузов, обучающихся по агроном. спец. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2001. – 672 с.: ил.

2. Грандберг И.И. Практические работы и семинарские занятия по органической химии: Пособие для студ. вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2001. – 352 с.: ил.

3. Заплишный В.Н., Михайличенко С.Н. Лабораторный практикум по органической химии: Учеб. для вузов. – Краснодар: «Печатный двор Кубани», 2003. – 280 с.: ил, табл.

4. Зурабян С.Э., Кост А.А., Лузин А.П., Тюкавкина Н.А. Основы органической химии: Учеб. пособие для вузов. – М.: Дрофа, 2006. – 556,[4] с.: ил.

5. Иванов В.Г., Гева О.Н., Гаверова Ю.Г. Практикум по органической химии: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2002. – 288 с.

6. Ким А.М. Органическая химия: Учеб. пособие для вузов. – 4-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004. – 844 с.

Учебное издание

Наталья Петровна Старовойтова  
Елена Владимировна Мартынова  
Геннадий Владимирович Чекин

# УГЛЕВОДОРОДЫ

Редактор Павлютина И.П.

---

Подписано к печати 29.01.2015 г. Формат А 5.  
Бумага печатная. Усл.п.л. 5,34. Тираж 150 экз. Изд. №2893.

---

Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной академии  
243365, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, Брянская ГСХА