

## 9. Углеводороды. Гомология и изомерия. Химические свойства и способы получения

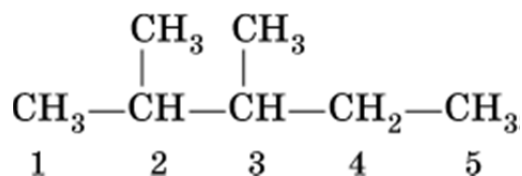
### 9.1. Алканы. Циклоалканы

**Алканы** (*парафины*) – это соединения углерода с водородом, в молекулах которых атомы углерода соединены между собой одинарной связью (*предельные углеводороды*). Общая формула гомологического ряда алканов  $C_nH_{2n+2}$ . Радикал, получающийся при отрыве одного атома водорода от молекулы предельного углеводорода, называется *алкилом*, общая формула алкилов  $C_nH_{2n+1}$ .

Формулы и названия первых шести алканов ( $C_1$ – $C_6$ ) и отвечающих им радикалов:

Алкан		Алкил	
$CH_4$	— метан	$-CH_3$	— метил
$C_2H_6$	— этан	$-C_2H_5$	— этил
$C_3H_8$	— пропан	$-C_3H_7$	— пропил
$C_4H_{10}$	— бутан	$-C_4H_9$	— бутил
$C_5H_{12}$	— пентан	$-C_5H_{11}$	— пентил
$C_6H_{14}$	— гексан	$-C_6H_{13}$	— гексил

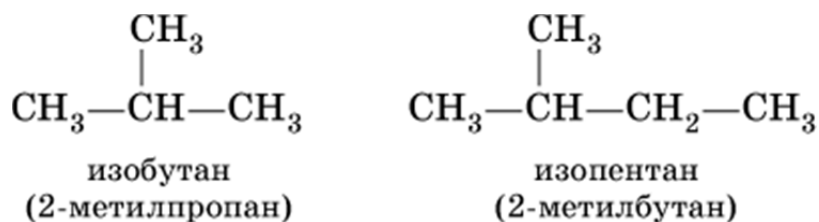
Для радикала  $C_5H_{11}$  использование названия *амил* не рекомендуется. Для **составления названий** алканов с разветвленной цепью, например



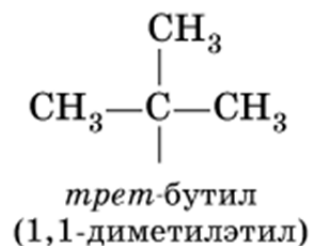
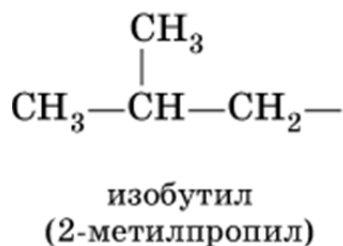
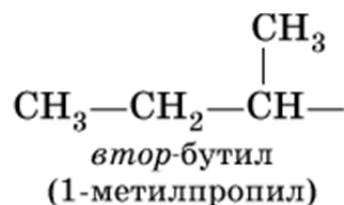
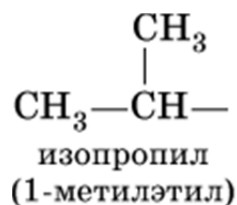
выбирают самую длинную углеродную цепь (в примере – 5 атомов) и получают основу названия (5 – пентан). Нумеруют цепь (от 1 до 5) так, чтобы заместители ( $-CH_3$ ) получили наименьшие номера (2 и 3). В названии арабскими цифрами указывают положение заместителей, а приставками **ди** – 2, **три** – 3, **тетра** – 4 и т. д. – число одинаковых заместителей. Таким образом, в нашем примере алкан должен быть назван **2,3-диметилпентан**.

При наличии разных заместителей их названия расставляют по алфавиту, т. е., например, сначала *метил*, а затем *этил*.

Для некоторых разветвленных предельных углеводородов используются, наравне с систематическими, **традиционные** названия, например, для алканов состава  $C_4H_{10}$  и  $C_5H_{12}$  с формулами:



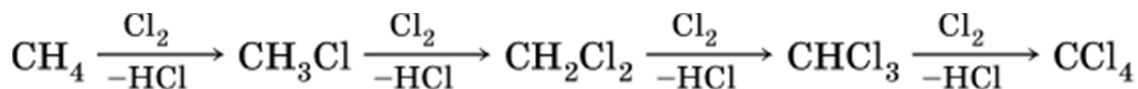
Такие же названия используются для разветвленных радикалов:



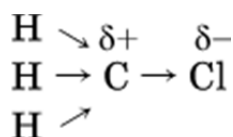
При обычных условиях первые алканы – метан, этан, пропан и бутан (C<sub>1</sub>–C<sub>4</sub>) – представляют собой газы без цвета и запаха, малорастворимые в воде. Последующие гомологи (C<sub>5</sub>–C<sub>15</sub>) – жидкости (при 20 °C), высшие гомологи (C<sub>16</sub> и выше) – твердые вещества.

В алканах атомные орбитали углерода имеют sp<sup>3</sup>-гибридизацию; четыре электронных облака атома углерода направлены в вершины тетраэдра под углами 109,5°. Ковалентные связи, образуемые каждым атомом углерода, в алканах малополярны.

Поэтому алканы – сравнительно инертные вещества, вступают только в реакции замещения, протекающие с симметричным (радикальным) разрывом связей C – H. Эти реакции обычно идут в жестких условиях (высокая температура, освещение). В результате становится возможным замещение водорода на галоген (Cl, Br) и нитрогруппу (NO<sub>2</sub>), например, при обработке метана хлором:

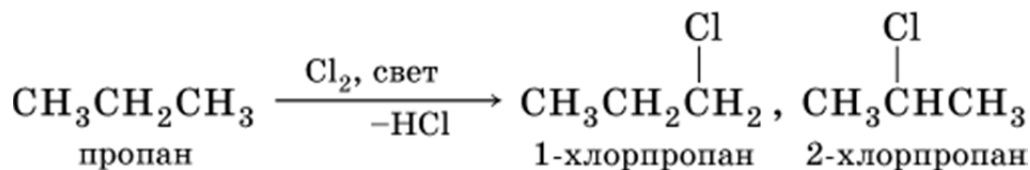


Вторая и последующие стадии реакции протекают легче, чем первая, из-за смещения электронной плотности к атому хлора:

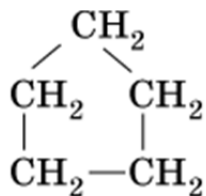


и увеличения подвижности остающихся атомов водорода. Названия продуктов: CH<sub>3</sub>Cl – хлорметан, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> – дихлорметан, CHCl<sub>3</sub> – трихлорметан (*хлороформ*), CCl<sub>4</sub> – тетрахлорметан (тетрахлорид углерода).

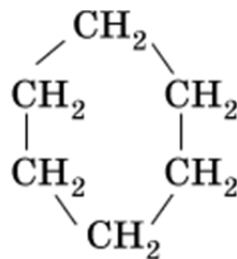
В тех алканах, где кроме первичных есть также вторичные и третичные атомы углерода, замещение обычно протекает с образованием смеси однозамещенных продуктов (т. е. в каждой молекуле замещается один атом водорода), например:



**Циклоалканы** – предельные углеводороды циклического строения, общая формула гомологического ряда C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub> (n ≥ 3), формула совпадает с таковой для алкенов. Важнейшие циклоалканы:

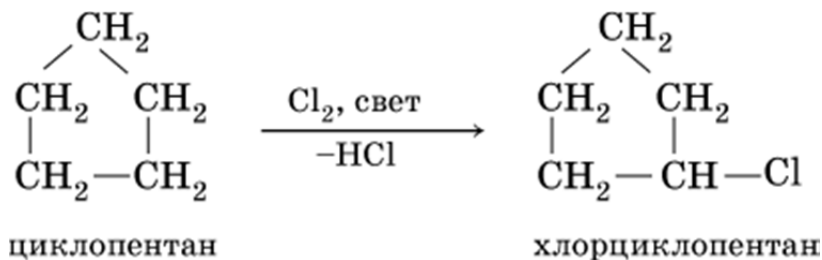


циклопентан  
C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>



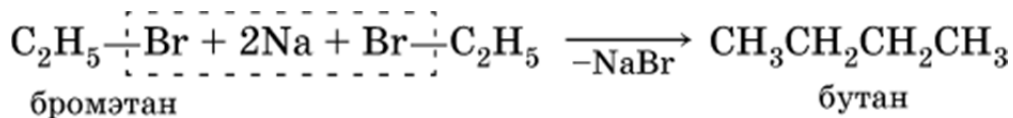
циклогексан  
C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>

При комнатной температуре C<sub>5</sub>H<sub>10</sub> и C<sub>6</sub>H<sub>12</sub> – бесцветные жидкости, малорастворимые в воде. Химические свойства циклоалканов подобны свойствам алканов, например:

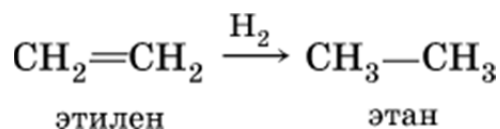


*Получение:* источниками алканов и циклоалканов в **промышленности** служат нефть, природный газ, каменный уголь. В **лаборатории** применяют такие способы синтеза алканов:

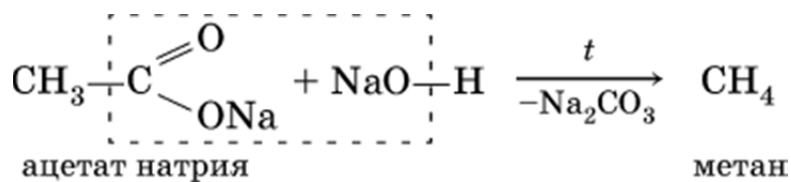
1) *реакция Вюрца* – действие натрия на галогенпроизводные углеводородов:



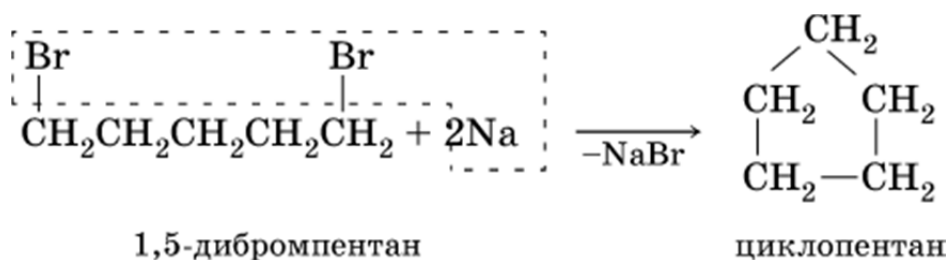
2) каталитическое гидрирование этиленовых углеводородов (катализаторы Pt, Pd, Ni):



3) сплавление солей карбоновых кислот с гидроксидом натрия:



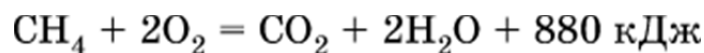
Циклоалканы синтезируют из дигалогенпроизводных алканов:



Алканы широко используются как исходное сырье в химической промышленности,

моторное топливо (бензин, керосин и др.); циклоалканы применяются в органическом синтезе.

При горении метана выделяется много теплоты:

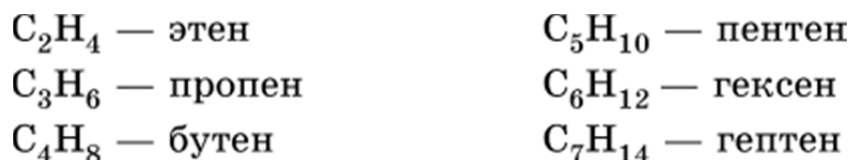


Поэтому его (в виде природного газа) применяют в качестве топлива в быту и в промышленности.

## 9.2. Алкены. Алкадиены

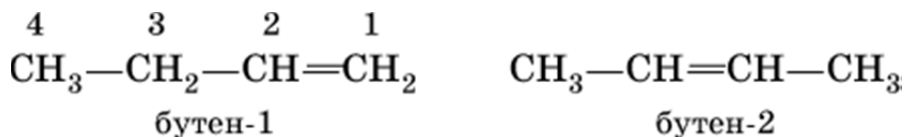
Алкены (*олефины*) – это углеводороды, в молекулах которых содержатся атомы углерода, соединенные между собой **двойной** связью (*непредельные углеводороды ряда этилена*). Простейший представитель – *этилен*  $\text{C}_2\text{H}_4$ , общая формула гомологического ряда этиленовых углеводородов  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$  (при  $n \geq 2$ ).

Систематические *названия* олефинов производятся от корней названий алканов с заменой суффикса – **ан** → – **ен**:



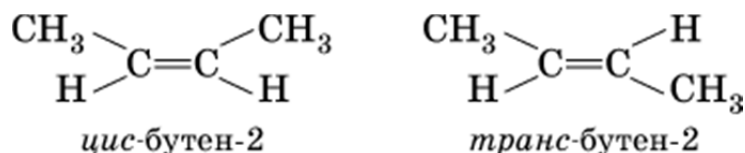
Сохраняются также традиционные названия с заменой суффикса – **ан** на – **илен**:  $\text{C}_2\text{H}_4$  – этилен,  $\text{C}_3\text{H}_6$  – пропилен,  $\text{C}_4\text{H}_8$  – бутилен; использование названия *амилен* для алкена  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  не рекомендуется.

Положение двойной связи  $\text{C}=\text{C}$  в изомерах строения (начиная с алкена  $\text{C}_4$ ) указывается цифрой **после** названия:



Радикал этилена – этенил  $\text{CH}_2=\text{CH}$  – обычно называют *винил*, пропена – пропенил  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2$  – именуют *аллил*.

Другой вид изомерии в непредельных углеводородах, помимо структурной изомерии, осуществляется потому, что атомы углерода, образующие двойную связь, находятся в  $sp^2$ -гибридном состоянии;  $\sigma$ -составляющая двойной связи  $\text{C}=\text{C}$  и  $\sigma$ -связи  $\text{C}-\text{H}$  лежат в одной плоскости под углом  $120^\circ$  друг к другу, а  $\pi$ -составляющая двойной связи  $\text{C}=\text{C}$  представляет собой электронное облако, вытянутое в направлении, перпендикулярном плоскости  $\sigma$ -связей. Следствием такого строения алкенов является возможность *геометрической изомерии* (или *цис-транс-изомерии*) в зависимости от положения заместителей (атомов или радикалов):

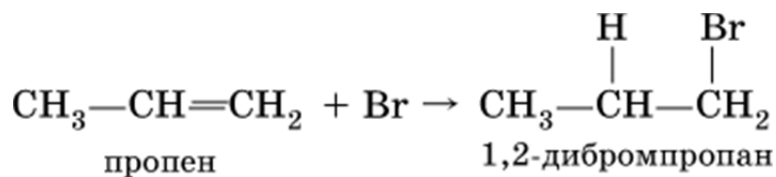


(*цис* – от лат. «рядом, по одну сторону», *транс* – от лат. «напротив, по разные стороны»).

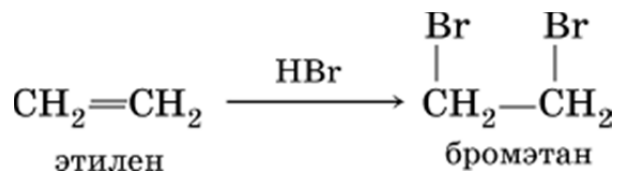
Алкены  $\text{C}_2$ – $\text{C}_4$  при комнатной температуре – бесцветные газы со слабым запахом нефти, малорастворимые в воде; алкены  $\text{C}_5$ – $\text{C}_{18}$  – жидкости, алкены  $\text{C}_{19}$  и выше – твердые вещества.

Важнейшие химические свойства алкенов определяются тем, что в силу меньшей прочности  $\pi$ -связи (по сравнению с  $\sigma$ -связью) она легко разрывается, в результате чего протекают реакции **присоединения** и образуются насыщенные органические соединения. Как

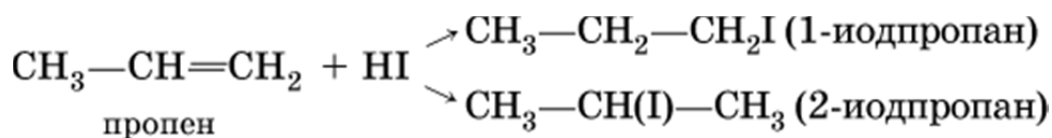
правило, такие реакции идут в мягких условиях, часто на холоду и в растворителях, например воде, тетрагидрометане  $\text{CCl}_4$  и др.:



Аналогично протекает взаимодействие алкенов с бромоводородом:



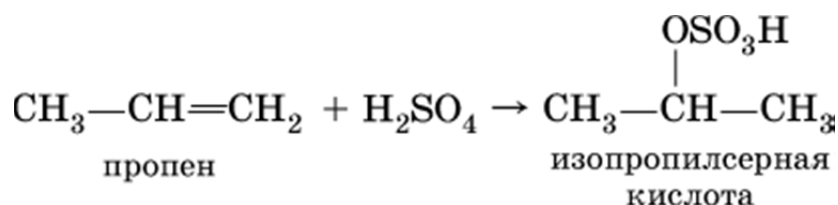
Присоединение галогеноводородов к **несимметричным** алкенам теоретически может привести к **двум** продуктам:



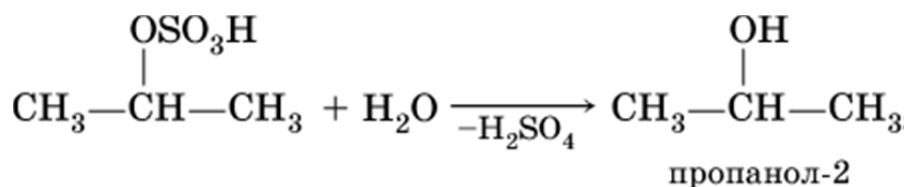
Согласно *правилу Марковникова*, присоединение галогеноводородов к **несимметричным** алкенам протекает так, что водород направляется к атому углерода, который уже содержит большее число атомов водорода. В приведенной выше реакции продуктом будет 2-йодпропан  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{I})\text{CH}_3$ .

По правилу Марковникова протекает и *реакция гидратации*, т. е. реакция присоединения воды в присутствии серной кислоты. Она происходит в две стадии:

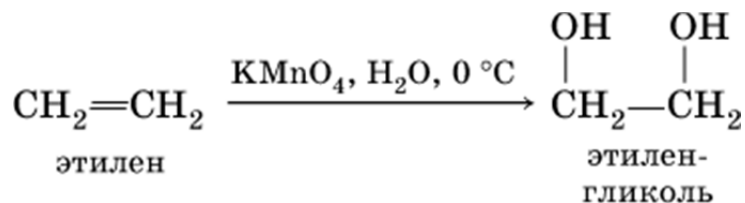
а) вначале образуется алкилсерная кислота, т. е.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  присоединяется к алкену:



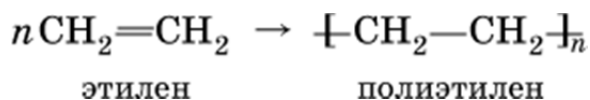
б) затем происходит ее необратимый гидролиз:



Алкены обесцвечивают раствор перманганата калия на холоду в нейтральной среде, при этом образуются *гликоли* (двухатомные спирты):



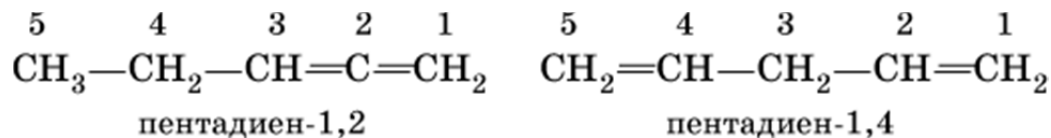
Алкены способны вступать в *реакции полимеризации*:



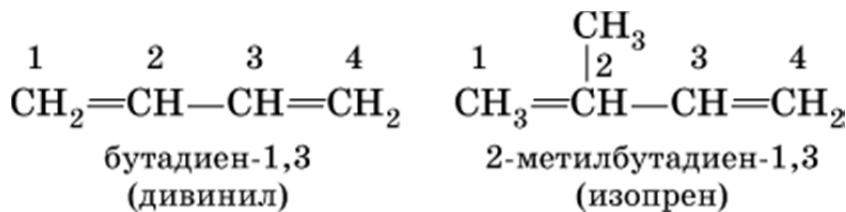
*Качественные реакции на алкены – обесцвечивание* бромной воды и раствора  $\text{KMnO}_4$  (уравнения реакций см. выше).

**Алкадиены** – непредельные углеводороды, в молекулах которых содержатся две связи  $\text{C}=\text{C}$ . Общая формула алкадиенов  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$  ( $n \geq 3$ ), формула совпадает с таковой для алкинов.

**Примеры:**



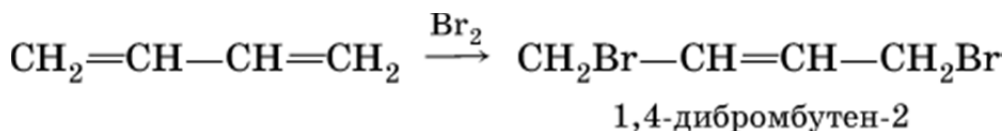
Большое практическое значение имеют сопряженные диены, в молекулах которых связи  $\text{C}=\text{C}$  разделены одинарной связью  $\text{C}-\text{C}$ :



*Дивинил и изопрен* – традиционные названия.

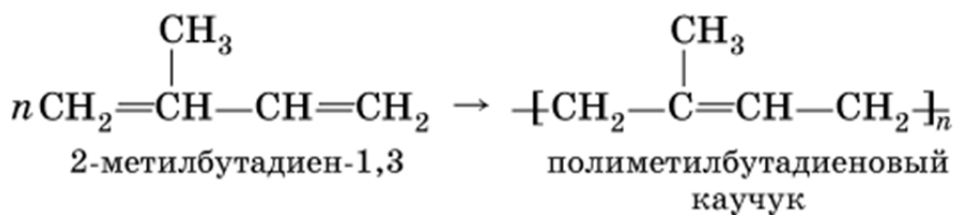
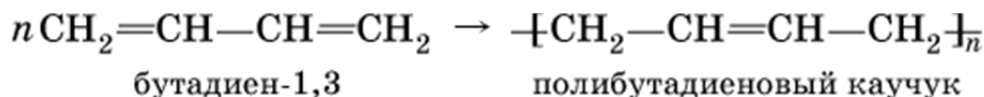
Дивинил – бесцветный, легко сжижающийся (при  $-4,5^\circ\text{C}$ ) газ, изопрен – низкокипящая ( $34,1^\circ\text{C}$ ) жидкость.

Алкадиены вступают в те же реакции **присоединения**, что и алкены. Сопряженные диены имеют особые свойства, в частности, в реакциях присоединения; они образуют продукты 1,4-присоединения с одной двойной связью посредине:



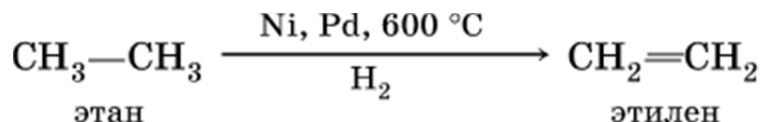
(далее возможно образование 1, 2, 3, 4-тетрабромбутана).

Алкадиены способны полимеризоваться с образованием *каучуков*:



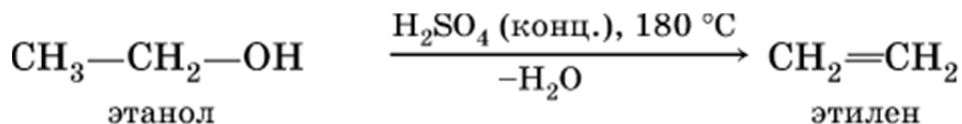
Полиметилбутадиеновый каучук – это полимер, существующий в природе (натуральный каучук), а полибутадиеновый каучук получен искусственно (С. В. Лебедев, 1932 г.) и называется *синтетическим каучуком*.

*Получение:* для алкенов в **промышленности** используют метод каталитического дегидрирования алканов:

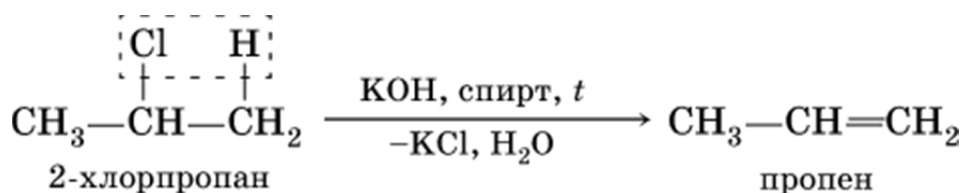


В **лаборатории** алкены получают:

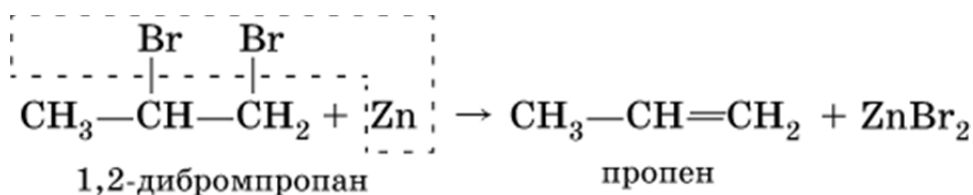
1) *дегидратацией спиртов* (отщепление воды от спиртов):



2) *дегидрогалогенирование* – отщеплением галогеноводорода от моногалогенопроизводного под действием спиртового раствора щелочи:

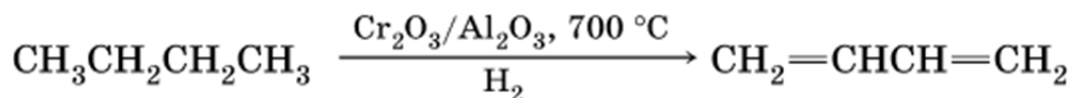


3) *дегалогенирование* – отщеплением галогенов от дигалогенопроизводных, в которых атомы галогена находятся у соседних атомов углерода:

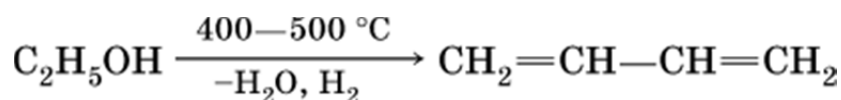


**Промышленное** получение дивинила:

1) дегидрирование бутана:



2) *способ Лебедева* – одновременное отщепление воды и водорода от этанола на катализаторе ( $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ ):



Алкены используются для органического синтеза, производства пластмасс, искусственного моторного топлива, диеновые углеводороды – исходное сырье в промышленном синтезе каучуков.

### 9.3. Алкины

Алкины – углеводороды с **тройной** связью  $\text{C}\equiv\text{C}$  в молекулах (*непредельные углеводороды ряда ацетилена*). Простейший представитель этого ряда – ацетилен  $\text{C}_2\text{H}_2$ , общая формула алкинов  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$  (при  $n \geq 2$ ).

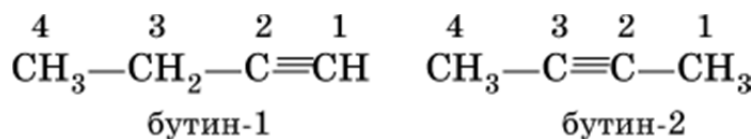
Названия простейших алкинов:

$C_2H_2$  – этин (традиционно: ацетилен)

$C_3H_4$  – пропин (метилацетилен)

$C_4H_6$  – бутин

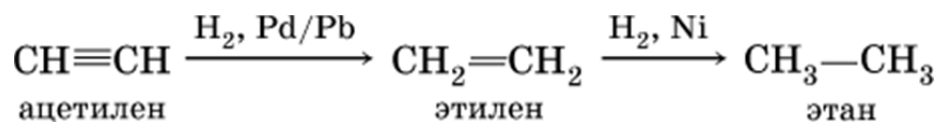
Изомеры бутина:



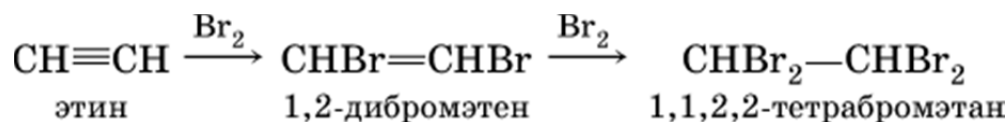
Ацетилен, пропин и бутин-1 – бесцветные газы при комнатной температуре, бутин-2 – легкокипящая жидкость, обладает легким «эфирным» запахом.

В алкинах атомные орбитали углерода у тройной связи имеют *sp*-гибридизацию (линейное строение). Наличие двух  $\pi$ -связей обуславливает их химические свойства, в частности высокую способность к реакциям ступенчатого присоединения водорода, хлора, брома, галогеноводородов, воды:

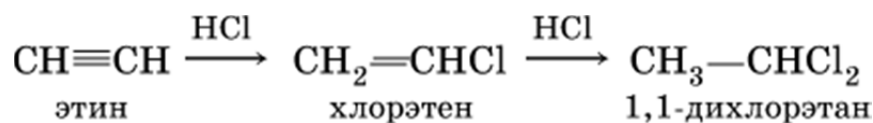
а)



б)

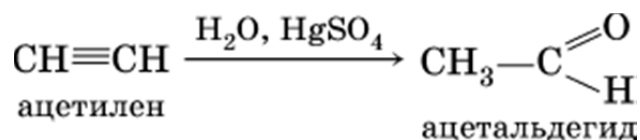


в)

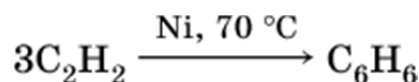


(присоединение HCl к хлорэтену происходит по правилу Марковникова; хлорэтен традиционно называют *хлорвинилом* или *винилхлоридом*);

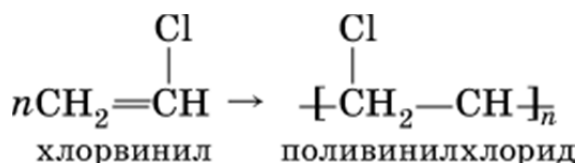
г) реакция Кучерова (гидратация на катализаторе)



При *циклизации* ацетилена образуется бензол:



Упомянутый выше хлорвинил способен полимеризоваться:



Поливинилхлорид (ПВХ) – полимер, основа пластмассы, волокон и пленок, применяется в производстве труб, искусственной кожи, электроизоляции, пеноматериалов.

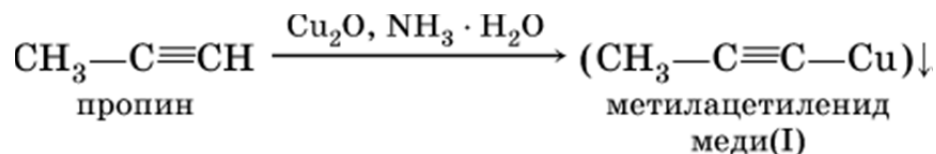
*Качественные реакции:*

1) на алкины любого строения – обесцвечивание раствора  $KMnO_4$ , чаще всего происходит

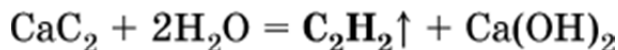


разрыв углеродной цепи по месту тройной связи (ср. с алкенами);

2) на алкины с концевой тройной связью – замещение концевого атома водорода на медь (I) с образованием ярко-красного осадка:

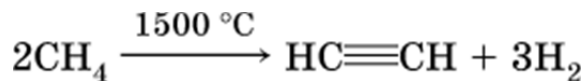


*Получение:* в промышленности ацетилен ранее получали гидролизом дикарбида (ацетиленида) кальция:

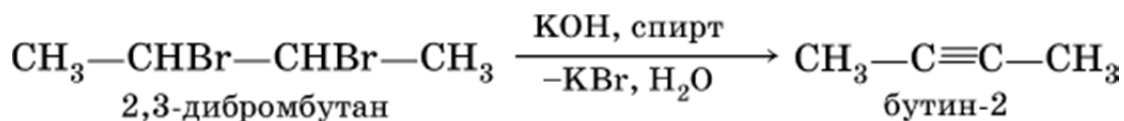


(неприятный «карбидный» запах газа обусловлен примесями, главным образом фосфином PH<sub>3</sub>).

Современный способ – *пиролиз* (термическое разложение) метана:

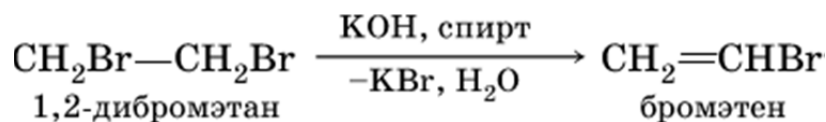


В лаборатории для получения ацетилена и его гомологов используют взаимодействие дигалогенопроизводных алканов со щелочами в спиртовом растворе при нагревании:

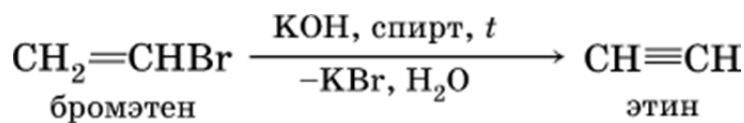


(обязательное условие – атомы галогенов должны находиться при соседних атомах углерода). Эта реакция может проходить в одну стадию (как показано выше), но чаще – в две стадии:

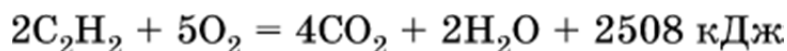
а)



б)



Алкины, особенно ацетилен, используются как исходное сырье в химической промышленности для многих органических синтезов. Кроме того, ацетилен благодаря высокой теплотворной способности сгорания:

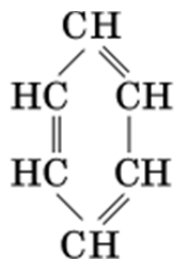


применяется для автогенной сварки и резки металлов.

## 9.4. Арены

Арены – это непредельные углеводороды, которые можно рассматривать как производные простейшего из них – бензола C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>. Общая формула углеводородов гомологического ряда бензола C<sub>n</sub>H<sub>2n-6</sub> (при n ≥ 6).

В молекуле бензола все атомы углерода находятся в  $sp^2$ -гибридизации, каждый атом углерода соединен в **одной плоскости**  $\sigma$ -связями с двумя другими атомами углерода и одним атомом водорода. У атома углерода остается еще облако четвертого валентного электрона, расположенное **перпендикулярно** плоскости. Эти облака участвуют в образовании  $\pi$ -связи, причем в молекуле образуются не три отдельные  $\pi$ -связи (как думали раньше, см. формулу Кекуле, 1865 г.), а единая шестицентровая ( $C_6$ )  $\pi$ -связь (все атомы равноценны):

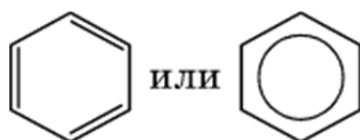


Формула Кекуле

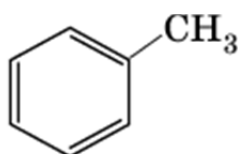


Современная формула

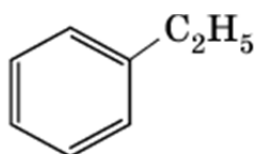
Формула Кекуле часто применяется в тех случаях, когда необходимо более наглядно представить протекание реакции с участием *бензольного кольца*  $C_6$ ; его изображение:



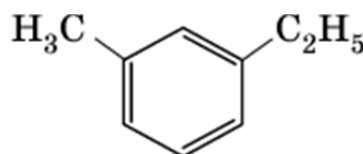
В обеих формулах атомы С кольца и не участвующие в реакции атомы Н опускаются (для краткости). Некоторые простейшие гомологи бензола:



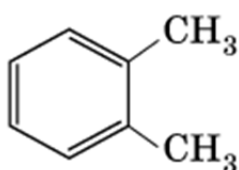
метилбензол  
(толуол)



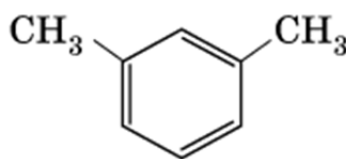
этилбензол



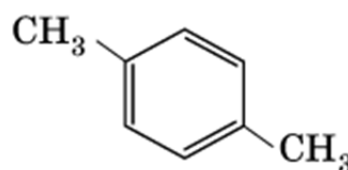
1-метил-3-этилбензол



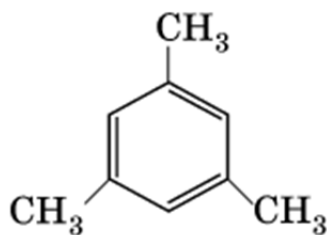
1,2-диметилбензол  
(орто-ксилол)



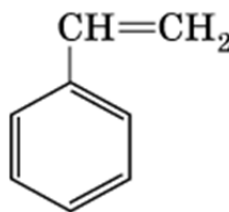
1,3-диметилбензол  
(мета-ксилол)



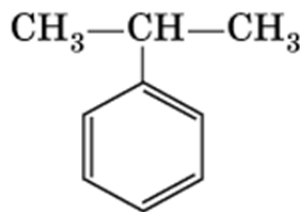
1,4-диметилбензол  
(пара-ксилол)



1,3,5-триметилбензол  
(мезитилен)



винилбензол  
(стирол)



изопропилбензол  
(кумол)

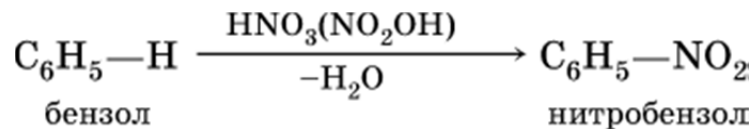
Радикал бензола  $C_6H_5$  называется *фенил*, радикал толуола  $C_6H_5CH_2$  – *бензил*.

Бензол и его ближайшие гомологи – жидкости без цвета, но с характерным запахом,

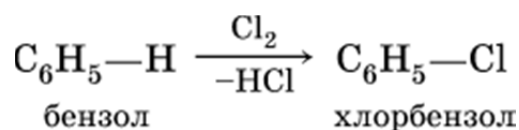
имеют широкий интервал жидкого состояния. Практически не растворяются в воде, но хорошо смешиваются между собой и с другими органическими растворителями. Пар бензола сильно ядовит.

Несмотря на формальную непредельность, бензол отличается высокой устойчивостью к нагреванию и окислению (в гомологах бензола окисляется только боковая цепь). Характерными для бензола являются реакции **замещения**:

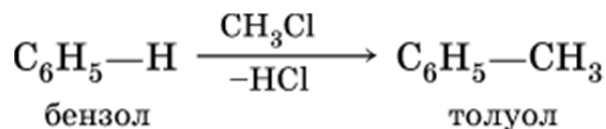
а) *нитрование* в присутствии концентрированной серной кислоты на холоду:



б) *галогенирование* в присутствии галогенидов железа (III):



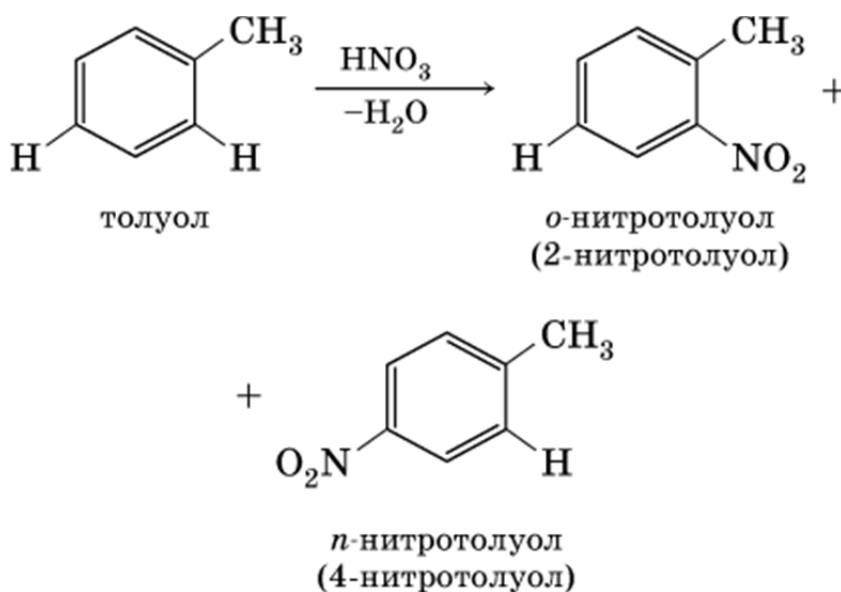
в) *алкилирование* в присутствии хлорида алюминия:



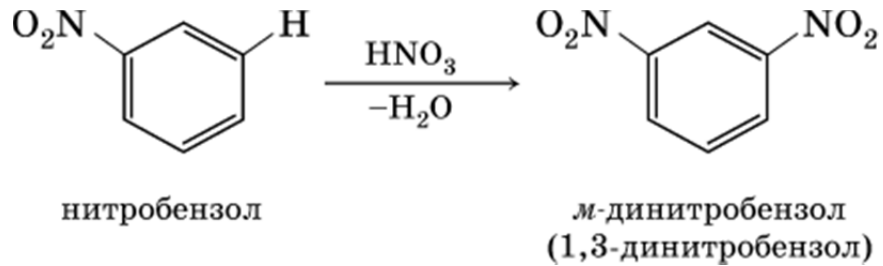
Особый характер ненасыщенности бензола и его гомологов иллюстрируется этими химическими свойствами и называется «ароматическим» характером.

В производных бензола атом или группа, заместившие водород кольца, и само бензольное кольцо влияют друг на друга. По характеру влияния различают:

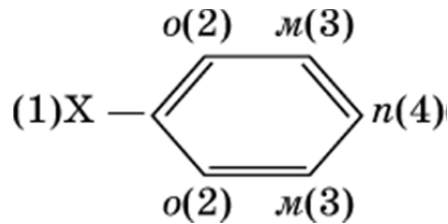
1) заместители I рода – Cl, Br, I, CH<sub>3</sub>, C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>, OH и NH<sub>2</sub>. Они облегчают реакции дальнейшего замещения и направляют второй заместитель по отношению к себе в *орто*- (о-, или 2-) положение и в *пара*- (n-, или 4-) положение [для запоминания: *орто* – *о*коло, *пара* – *п*ротив], например:



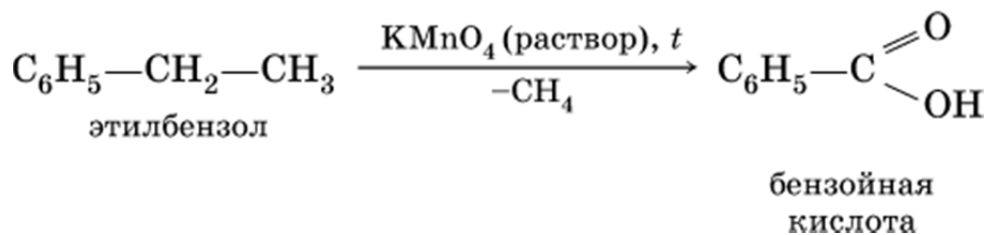
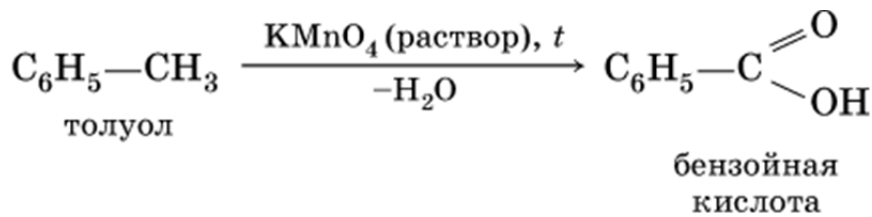
2) заместители II рода – NO<sub>2</sub>, C(H)O, COOH и CN. Они затрудняют реакции дальнейшего замещения и направляют второй заместитель в *мета*- (m-, или 3-) положение, например:



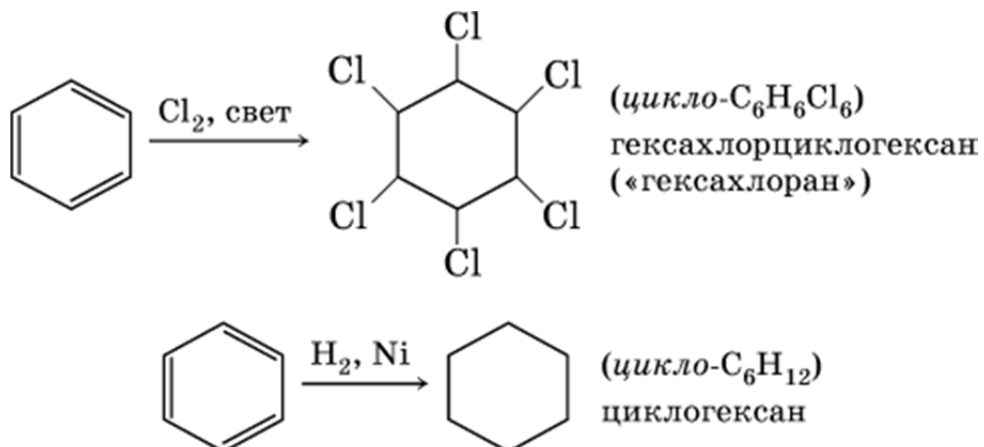
Очевидно, что существуют два *орто*-положения рядом с первым заместителем X, два *мета*-положения, отделенные от первого заместителя одним углеродом кольца, и лишь одно *пара*-положение через два атома углерода бензольного кольца:



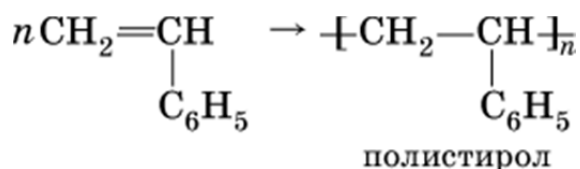
Ранее уже отмечалось, что бензол стоек к окислению даже при действии сильных окислителей. Гомологи бензола с одним боковым радикалом вступают в реакции **ОКИСЛЕНИЯ** только за счет радикала; при этом, какова бы ни была его длина, отщепляется вся цепь, кроме ближайшего к кольцу атома углерода (он создает карбоксильную группу):



В жестких условиях бензол вступает в реакции **присоединения**:



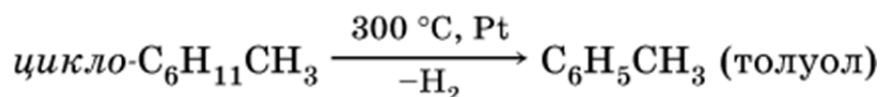
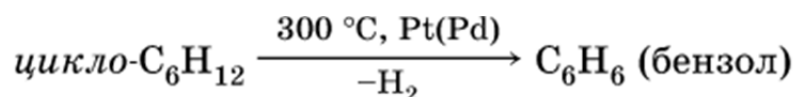
Стирол  $C_6H_5-CH=CH_2$ , как этилен, легко полимеризуется:



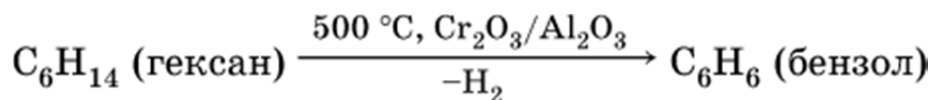
Полистирол – термопластичная пластмасса (термопласт), прозрачный материал, размягчающийся при температуре выше  $80^\circ\text{C}$ . Используется для изготовления изоляции электропроводов, посуды разового употребления, упаковочной массы (пенопласт).

Получение аренов – ароматизация алифатических и алициклических углеводородов, содержащихся в нефтяных или бурогольных бензиновых фракциях:

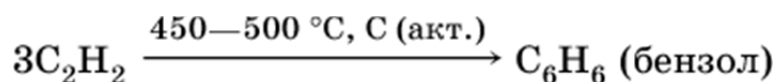
1) дегидрирование:



2) дегидроциклизация:



3) тримеризация ацетилена (устаревший способ):



Бензол и его гомологи используются в качестве малополярных растворителей (для каучука, лаковых смол, полимеров), сырье в органическом синтезе.

### Примеры заданий частей А, В

1–6. Углеводороды с групповым названием

1. алканы
2. алкадиены
3. циклоалканы
4. алкины
5. алкены
6. арены

имеют общую формулу

- 1)  $C_nH_{2n-6}$
- 2)  $C_nH_{2n-6}$
- 3)  $C_nH_{2n+2}$
- 4)  $C_nH_{2n-2}$

7. Длина связи углерод – углерод **наибольшая** в молекуле

- 1)  $C_2H_2$
- 2)  $C_2H_4$
- 3)  $C_6H_6$

4)  $C_2H_6$

8. При гидрировании ацетилена могут образовываться

- 1) пропилен
- 2) этилен
- 3) бензол
- 4) этан

9. При взаимодействии 2-бромпропана с натрием образуется

- 1) 2,2-диметилбутан
- 2) изобутан
- 3) гексан
- 4) 2-метилпентан

10. В реакции 3-метилпентана-1 с хлороводородом получают

- 1) 3-метил-3-хлорпентан
- 2) 3-метил-1,2-дихлорпентан
- 3) 3-метил-2-хлорпентан
- 4) 3-метил-1-хлорпентан

11. При действии спиртовым раствором щелочи на 2-хлорпропан образуется

- 1) бутан
- 2) пропан
- 3) бутен
- 4) пропен

12. Соединение 1,2-дихлорпропан – это продукт хлорирования

- 1) пропана
- 2) пропена
- 3) пропиона
- 4) пропадиена

13. При полимеризации ароматического углеводорода *стирол* образуется продукт с формулой

- 1)  $[-C_6H_4-CH(CH_3)-]_n$
- 2)  $[-CH_2-C_6H_3(CH_3)-]_n$
- 3)  $[-CH_2-CH(C_6H_5)-]_n$
- 4)  $[-CH_2-C_6H_4-CH_2-]_n$

14. При нитровании пропилбензола проходит замещение атомов Н в положениях

- 1) 2,3 радикала *фенил*
- 2) 2,4,6 радикала *фенил*
- 3) 2,3 радикала *пропил*
- 4) 1,2,3 радикала *пропил*

15. Способы получения бензола – это

- 1) дегидрирование циклогексана
- 2) дегидрирование и циклизация гексана
- 3) тримеризация ацетилена
- 4) действие Na на 1,6-цикло- $C_6H_{10}Cl_2$

16–19. Указанные органические соединения – это

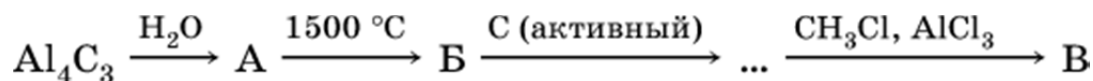
16. *цис*- и *транс*-1,2-дихлорэтен
17. пентен-2 и циклопентан

18. 1,2-диметилэтен и бутен-3

19. 1,2-дибромпропан и 2,3-дибромбутан

- 1) гомологи
- 2) структурные изомеры
- 3) пространственные изомеры
- 4) одно и то же вещество

20. В ряду превращений



продукты А, Б, В – это соответственно

- 1) толуол
- 2) хлорбензол
- 3) ацетилен
- 4) метан

21. Углеводород, который обесцвечивает бромную воду, легко полимеризуется, присоединяет водород и при взаимодействии с бромоводородом образует бромэтан, – это

- 1) этилен
- 2) ацетилен
- 3) этан
- 4) пропилен

22. С помощью бромной воды можно различить

- 1) пропан и этан
- 2) пропин и этин
- 3) ацетилен и дивинил
- 4) пропин и пропан

23. Бензол и стирол можно распознать

- 1) раствором NaOH
- 2) нитрующей смесью
- 3) раствором AgNO<sub>3</sub>
- 4) раствором KMnO<sub>4</sub>

24. Установите соответствие между формулой углеводорода и его названием.

**ФОРМУЛА**

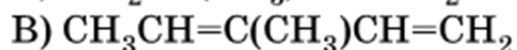
**НАЗВАНИЕ**



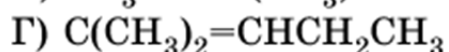
1) 2-метилбутадиен-1,3



2) 3,3-диметилпентен-2



3) 2-метилпентен-2



4) 1,1-диметилбутен-2

5) 3-метилбутен-1

6) 3-метилпентадиен-1,3

25. Процесс, не относящийся к переработке нефти, – это

- 1) перегонка
- 2) крекинг
- 3) риформинг
- 4) коксование

26. При крекинге нефти из октана образуются

- 1) бутан
- 2) этан
- 3) этилен
- 4) бутилен

27. Продукт полимеризации этилена (полиэтилен) отвечает формуле

- 1)  $(\text{CH}_2)_n(-\text{CH}=\text{CH}-)_n$
- 3)  $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$
- 4)  $(\text{CH}_2=\text{CH}_2)_n$

28. Для промышленного синтеза бутадиенового каучука используют мономер

- 1)  $\text{CH}_2=\text{CHCH}=\text{CH}_2$
- 2)  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH}$
- 3)  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{C}=\text{CH}_2$
- 4)  $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{C}\equiv\text{CH}$

29. Мономер пластмассы *тефлон* (политетрафторэтилен) синтезируют по реакции

- 1) замещения  $\text{CCl}_2 + \text{F}_2 \rightarrow \dots$
- 2) пиролиза  $\text{CHClF}_2$
- 3) окисления  $\text{CCl}_2\text{F}_2$
- 4) фторирования  $\text{C}_2\text{H}_6$

## Ответы

---

1. 3. 2. 4. 3. 2. 4. 4. 5. 2. 6. 1. 7. 4. 8. 2, 4. 9. 1. 10. 3. 11. 4. 12. 2. 13. 3. 14. 2. 15. 1, 2, 3. 16. 3.  
17. 2. 18. 4. 19. 1. 20. 4, 3, 1. 21. 1. 22. 4. 23. 4. 24. А-5, Б-1, В-6, Г-3. 25. 4. 26. 1, 4. 27. 3. 28. 1. 29.  
2.