

Проект

ХИМИЯ

Учебник

11

Общественно-гуманитарное
направление

I глава

ВВЕДЕНИЕ В ОРГАНИЧЕСКУЮ ХИМИЮ.
ТЕОРИЯ СТРОЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ
СОЕДИНЕНИЙ

II глава

УГЛЕВОДОРОДЫ И ИХ ПРИРОДНЫЕ
ИСТОЧНИКИ

III глава

КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ
СОЕДИНЕНИЯ

IV глава

АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ
СОЕДИНЕНИЯ. ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ
СОЕДИНЕНИЯ. НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

V глава

ИСКУССТВЕННЫЕ И СИНТЕТИЧЕСКИЕ
ПОЛИМЕРЫ. ХИМИЯ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА

ПРЕДИСЛОВИЕ

Дорогие ребята!

В этом учебном году вы совершите увлекательное путешествие в удивительный мир органических веществ. Органических веществ очень много. Удивительно, но совсем небольшое число химических элементов, во главе с углеродом, образует более 25 млн. веществ! Вас, наверняка, поразит тот факт, что только у одного вещества состава $C_{10}H_{22}$ существует 75 разнообразных веществ.

В разделе “Углеводороды и их природные источники” мы расскажем вам о том, что такое октановое число бензина, как перерабатывают нефть и какие продукты при этом получают. В разделе “Кислородосодержащие органические соединения” узнаете, чем обороняются муравьи, что находится в щавеле, какие из кислот находятся в жире. А также вы поймете, чем обусловлен приятный аромат цветов и ягод. Вас, наверняка, заинтересует то, как получают духи и мыло. Более того, мы подскажем вам, как их получить в нашей замечательной рубрике – “Домашний эксперимент”.

В разделе “Азотсодержащие органические соединения” вы откроете тайну, почему передаются наследственные признаки от наших родителей, какими огромными бывают молекулы белков и можно ли их синтезировать.

Большое внимание мы уделим путешествию в мир синтетических полимеров, особых веществ с большой молекулярной массой. Учебник сопровождается методическим руководством для учителей и сборником задач и упражнений для учащихся.

Внимательно рассмотрите условные обозначения, расположенные на обороте титула, и вспомните, что они означают.

В учебнике, как и в предыдущие годы, особое внимание уделено рубрике “Знаешь ли ты?”, а также рубрикам “Домашний эксперимент” и “Умей применить свои знания по химии”. Вы сможете не только узнать массу нового и интересного из мира химии, но и правильно применить их в жизни.

Мы посчитали необходимым знание терминов химии на трех языках, что соответствует требованиям современности. Поэтому мы включили глоссарий по органической химии на казахском, русском и английском языках.

Мы надеемся, что ваша дружба с химией не только окрепнет, а еще у вас появится желание в будущем изобретать новые виды топлива и новые материалы во благо человечества.

Желаем Вам успехов!

Авторы

Условные обозначения:



— Вопросы и упражнения



— Задачи



— Повышенный уровень



— Дополнительный материал



— Домашний эксперимент



— Запомни!



— Это интересно!



— Знаешь ли ты?



— Подумай



— топ-10



— Самое важное

ВВЕДЕНИЕ В ОРГАНИЧЕСКУЮ ХИМИЮ. ТЕОРИЯ СТРОЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

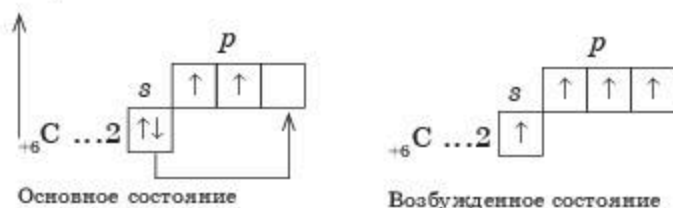


§ 1. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ АТОМА УГЛЕРОДА, ГИБРИДИЗАЦИЯ

Ковалентная связь.

Как вам известно, углерод находится во втором периоде, в четвертой группе Периодической системы Д. И. Менделеева.

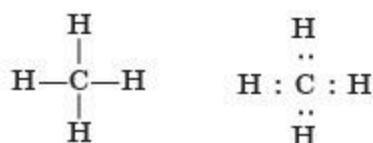
Структура внешнего электронного слоя атома углерода может быть выражена следующими схемами:



При возбуждении атома (при сообщении ему энергии) один из спаренных s -электронов занимает p -орбиталь.

Возбужденный атом углерода может участвовать в образовании четырех ковалентных связей, поэтому в подавляющем большинстве своих соединений углерод проявляет валентность, равную четырем.

Так, простейшее органическое соединение метан имеет состав CH_4 . Строение его может быть выражено структурной или электронной формулами:



Электронная формула показывает, что атом углерода в молекуле метана имеет устойчивую восьмизлектронную внешнюю оболочку, а атомы водорода — устойчивую двухэлектронную оболочку.

Сегодня на уроке:

- продолжим изучать особые свойства атома углерода;
- изучим гибридизацию атомных орбиталей.

Ключевые понятия

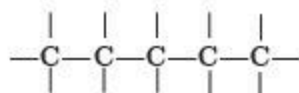
- внешний электронный слой
- основное состояние атома
- возбужденное состояние атома
- простые и кратные связи



Углерод находится в четвертой группе, т. е. как раз посередине между металлами, легко отдающими электроны, и неметаллами, легко эти электроны присоединяющими.

По этой причине углерод не обладает ярко выраженной склонностью отдавать или присоединять электроны.

Исключительным свойством углерода, обуславливающим многообразие органических соединений, является способность его атомов соединяться прочными ковалентными связями друг с другом, образуя углеродные цепи практически неограниченной длины.



Углеродная цепь

Известны соединения, содержащие в цепях сотни тысяч и более атомов углерода.

- ◆ Кроме углерода, цепи из одинаковых атомов образует его аналог из IV группы — кремний. Однако такие цепи содержат не более шести атомов Si. Известны длинные цепи из атомов серы, но содержащие их соединения непрочны

Вследствие тетраэдрической направленности связей углерода, его атомы, входящие в цепь, располагаются не на прямой, а зигзагообразно. Причем, благодаря возможности вращения атомов вокруг оси связи, цепь в пространстве может принимать различные формы (конформации) (рис. 1):

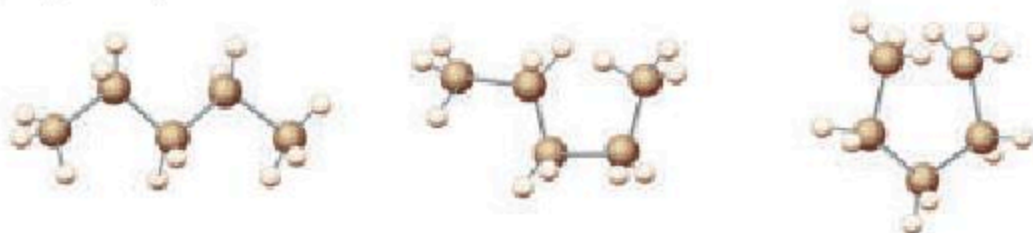
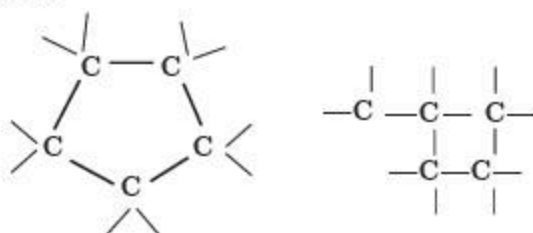


Рис. 1. Зигзагообразное строение углерода

Такая структура цепей дает возможность сближаться концевым или другим несмежным атомам углерода. В результате возникновения связи между этими атомами углеродные цепи могут замыкаться в кольца (циклы), например:





Таким образом, многообразие органических соединений определяется и тем, что при одинаковом числе атомов углерода в молекуле возможны соединения с открытой незамкнутой цепью углеродных атомов, а также вещества, молекулы которых содержат циклы.

Простые и кратные связи. Ковалентные связи между атомами углерода, образованные одной парой обобщенных электронов, называются *простыми связями*.

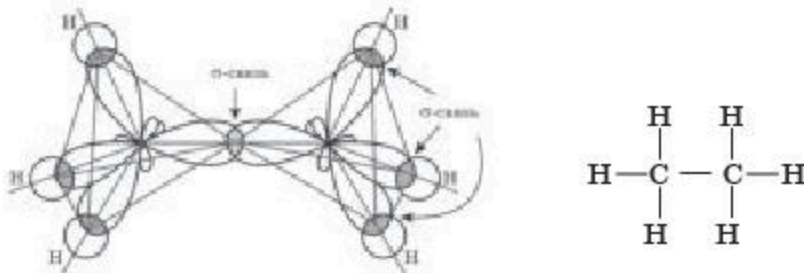
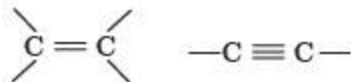
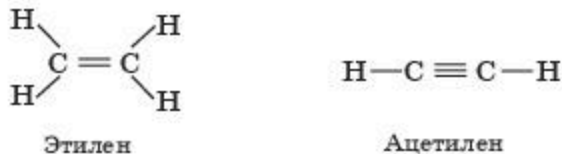


Рис. 2. Схема образования сигма-связей в молекуле этана

Связь между атомами углерода может осуществляться двумя или тремя общими парами электронов. Поэтому получаются цепи с кратными — двойными или тройными связями. Эти связи можно изобразить следующим образом:

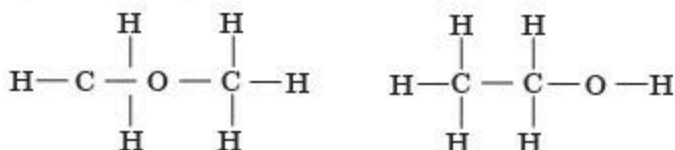


Простейшие соединения, содержащие кратные связи — углеводороды этилен (с двойной связью) и ацетилен (с тройной связью):



Углеводороды с кратными связями называются *непредельными*, или *ненасыщенными*. Этилен и ацетилен — первые представители двух гомологических рядов — этиленовых и ацетиленовых углеводородов.

Для соединений углерода характерно явление изомерии, т. е. когда вещества имеют один и тот же качественный и количественный состав, но различное химическое строение, а следовательно, различные свойства. Например: эмпирической формуле $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ соответствуют два различных строения веществ:



Явление изомерии — одна из причин многообразия органических соединений.

Гибридизация атомных орбиталей. В простейшем органическом соединении метана три связи С–Н образованы перекрыванием p -орбиталей атома углерода и s -орбиталей трех атомов водорода, и четвертая связь — перекрыванием s -орбиталей атомов углерода и водорода.

В молекуле метана все связи атома углерода направлены к вершинам правильного тетраэдра, и угол между ними составляет $109^{\circ}28'$.

Для объяснения этого факта американский химик Лайнус Полинг предложил теорию *гибридизации атомных орбиталей* (АО). При образовании химических связей эти орбитали атома углерода усредняются по форме и энергии, превращаясь в четыре новые равноценные орбитали.

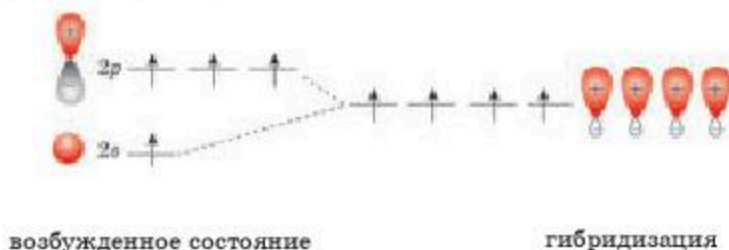


Рис. 3. Гибридизация атомов углерода

Образующиеся “гибридные” орбитали имеют форму асимметричной гантели и отличаются от исходных орбиталей атома углерода.

Для атома углерода возможно три типа гибридизации: sp^3 -гибридизация, sp^2 -гибридизация, sp -гибридизация.

sp^3 -гибридизация — это комбинация (смешение) одной s - и трех p -орбиталей внешнего энергетического уровня и образование четырех новых sp^3 -орбиталей, имеющих форму несимметричной восьмерки с неравноценными сферами: (рис. 4).

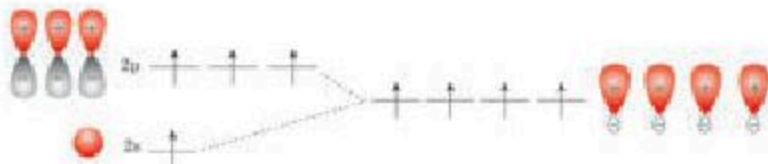


Рис. 4. sp^3 -гибридизация

Гибридные орбитали испытывают взаимное отталкивание и отклоняются друг от друга в пространстве на максимально возможное расстояние. Их оси направлены к вершинам тетраэдра, в центре которого находится атом углерода, а угол между осями равен $109,28'$ (рис. 5).

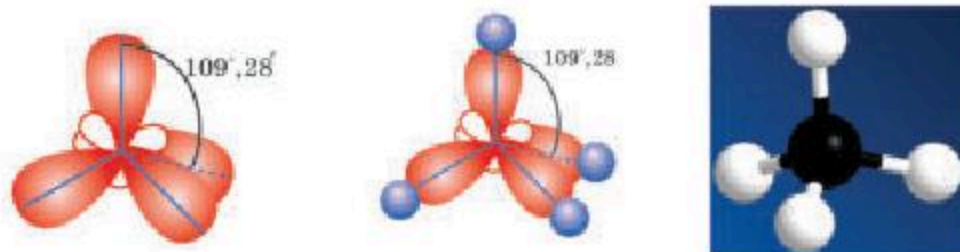


Рис. 5. Строение молекулы метана

sp^2 -гибридизация — это тип гибридизации, при котором выравниваются по энергиям одна s -орбиталь и две p -орбитали.

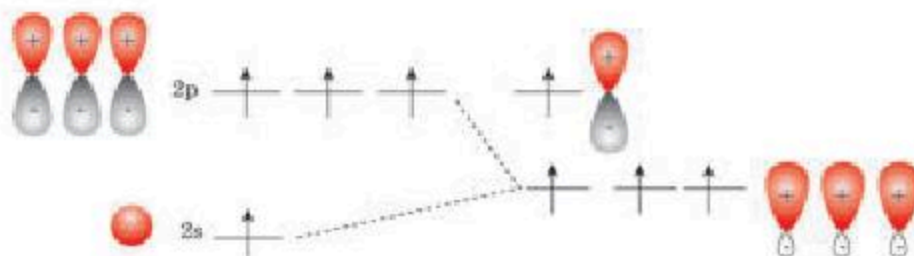


Рис. 6. sp^2 -гибридизация

Три гибридные sp^2 -орбитали расположены в одной плоскости и максимально удалены друг от друга (направлены к вершинам треугольника, угол между ними составляет 120°). Оставшаяся негибридная p -орбиталь расположена в плоскости, перпендикулярной плоскости гибридных орбиталей (рис. 7):

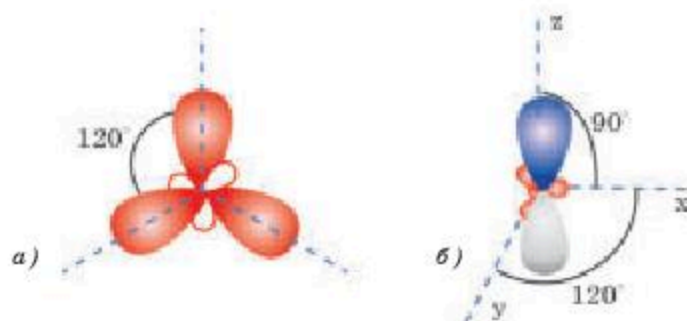


Рис. 7. а) расположение в пространстве трех sp^2 -гибридных орбиталей атома углерода; б) взаимное расположение трех sp^2 -гибридных и одной негибридной p -орбитали атома углерода

Атом, находящийся в состоянии sp^2 -гибридизации способен образовывать двойную связь с другим атомом ($Y=X$). Одна связь — σ -связь (образована гибридной sp^2 -орбиталью), вторая связь — π -связь образуется при перекрывании негибридных p -орбиталей (рис. 8).

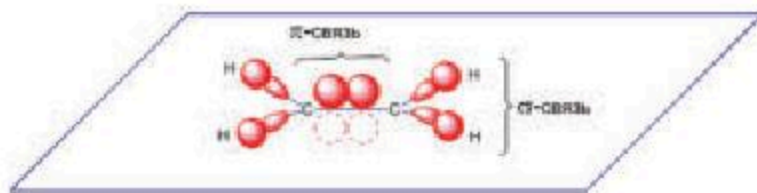


Рис. 8. Образование σ - и π -связей в молекуле этилена

***sp*-гибридизация:** взаимодействуют, выравниваясь по форме и энергии только две орбитали атома углерода. Образуются две новые *sp*-орбитали и остаются две негибридные *p*-орбитали (рис. 9).

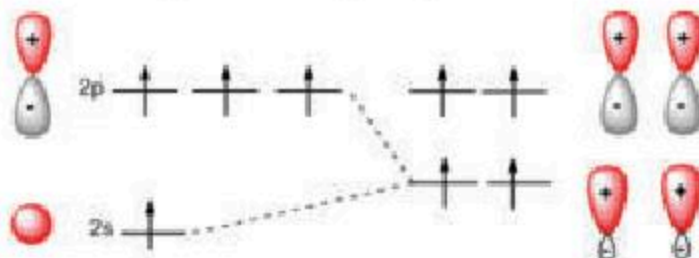


Рис. 9. Гибридизация двух *sp*-гибридных орбиталей атома углерода

Гибридные орбитали лежат на одной прямой, угол между их осями равен 180° , оси двух негибридизованных *p*-орбиталей взаимно перпендикулярны и перпендикулярны осям *sp*-орбиталей. При перекрывании одной *sp*-орбитали и двух негибридных *p*-орбиталей с орбиталями другого атома образуется **тройная связь** (рис. 10).

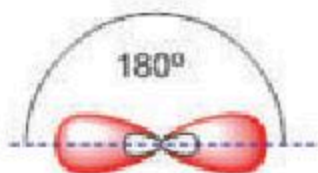


Рис. 10. а) Гибридизация *sp*-орбиталей двух *sp*-гибридных орбиталей атома углерода

Электронное строение молекулы ацетилена определяет ее пространственное строение. Центры всех четырех атомов лежат на одной прямой, плоскости, в которых расположены, электронные плотности π -связей взаимно перпендикулярны. **Тройная связь** содержит одну σ -связь и две π -связи (рис. 11).

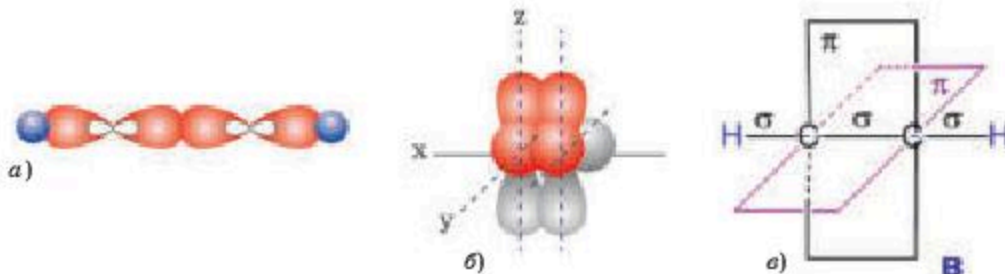


Рис. 11. а) образование σ -связей; б) π -связь в молекуле ацетилена в) также взаимное расположение плоскостей π -связей



Рис. 12. Модель молекулы ацетилена

Итак, гибридные орбитали атома углерода способны участвовать в образовании только σ -связей, незатронутые гибридизацией p -орбитали образуют только π -связи. Именно этой особенностью определяется пространственное строение молекул органических веществ.



Атомы углерода способны соединяться прочными ковалентными связями друг с другом, образуя углеродные цепи практически неограниченной длины.

Кроме открытых цепей, существуют также замкнутые цепи, в которых атомы углерода связаны друг с другом так, что образуют кольцо, или цикл.

Связь между атомами углерода может осуществляться одной, двумя или тремя общими парами электронов.

Этими особенными свойствами углерода объясняется многообразие соединений углерода.



1. Что такое *возбужденное состояние атома*?
2. Охарактеризуйте простые и кратные связи.
3. Что такое *гибридизация атомных орбиталей*?
4. Сколько гибридных орбиталей образуется в результате sp -, sp^2 - и sp^3 -гибридизации?
5. Какое геометрическое строение характерно для молекул, которые содержат sp -гибридизованные атомы?
6. Какова геометрическая форма молекул типа AB_3 , которые содержат sp^2 -гибридизованный атом А?
7. Какова геометрическая форма молекул типа AB_4 , которые содержат sp^3 -гибридизованный атом А?
8. Почему ковалентные связи имеют определенную направленность? Что она обуславливает?
9. Опишите пространственную структуру следующих молекул: $AlCl_3$, PH_3 , H_2O , CaF_2 .
10. Молекула оксида углерода (IV) CO_2 имеет линейную форму. Сколько σ - и π -связей в этой молекуле? Какие электронные облака атома углерода участвуют в образовании этих связей? Молекула CO_2 полярная или неполярная?

§ 2. ЭЛЕКТРОННАЯ ПРИРОДА ХИМИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ В ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЯХ

Сегодня на уроке:

- узнаем об электронной природе химических связей в органических соединениях.

Ключевые слова

- свободные радикалы
- ковалентная связь

Поскольку все органические вещества содержат углерод, все особенности органических соединений определяются, прежде всего, свойствами элемента углерода.





Углерод не проявляет выраженной склонности отдавать или присоединять электроны, занимает в этом отношении промежуточное положение между металлами и неметаллами и характеризуется резко выраженной способностью образовывать ковалентные связи.

Ковалентная связь в молекулах характеризуется: пространственной направленностью, энергией, длиной и полярностью.

Из курса химии 8 класса вы знаете, что ковалентная связь образуется за счет перекрывания электронных облаков, при этом выделяется энергия: чем больше перекрывание, тем больше выделяется энергии и тем прочнее связь (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика ковалентной связи

Перекрывание <i>s</i> и <i>s</i> -орбиталей двух атомов	Перекрывание <i>s</i> - и <i>p</i> -орбиталей	Перекрывание <i>p</i> - и <i>p</i> -орбиталей
Схема образования связи в молекуле водорода H_2	а) <i>s-p</i> -перекрывание в молекуле HCl б) <i>p-p</i> -перекрывание в молекуле Cl_2	Боковое <i>p-p</i> -перекрывание в молекуле азота N_2
	а)  б) 	
σ -связь	σ -связь	π -связь
Химические связи, образующиеся в результате перекрывания орбиталей вдоль линии, соединяющей центры ядер двух атомов, называют σ -связями (сигма-связями)		Химические связи, образующиеся в результате "бокового" перекрывания электронных орбиталей вне линии связи, т. е. в двух областях, называются π -связями (пи-связями)

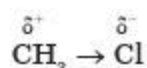


Длина связи определяется расстоянием между центрами ядер связывающихся атомов и измеряется в нанометрах (1 нм = 10 ⁻⁹ м)		
C—C 0,154 нм	C=C 0,134 нм	C≡C 0,120 нм
Типы перекрываний электронных облаков в порядке возрастания их прочности и энергии, выделяемой при образовании: $\sigma(p-p) < \sigma(s-p) < \sigma(s-s)$		

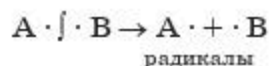
Кроме того, ковалентная связь характеризуется полярностью. Электронная плотность связи между двумя разными атомами смещается к более электроотрицательному атому, т. е. к тому, у которого большее сродство к электрону. В органической же химии неполные заряды обозначаются не целыми числами, как в неорганической химии, а частичными зарядами, их принято изображать буквами δ^+ и δ^- , например:



Смещение электронной плотности от одного атома к другому в электронных формулах указывается смещением общих связывающих электронных пар, а иногда стрелкой (\rightarrow):



Вместе с образованием связей при химических реакциях происходит и разрыв связей. Как вам известно, любая простая (одинарная) связь образована парой электронов. При разрыве связи двухатомной молекулы может реализоваться ситуация, когда у каждого из атомов остается по одному электрону — такой разрыв связи называется *гомолитическим*:

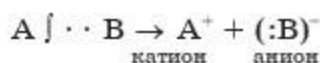


При гомолитическом разрыве молекулы образуются *радикалы*.

Радикалы — это частицы с неспаренными электронами на внешних орбиталях, обладающие высокой реакционной способностью.

Радикалы (сокращенно обозначаются буквой с точкой) — очень неустойчивые частицы, они быстро превращаются в устойчивые молекулы. Свободные радикалы обозначают в виде атома (группы атомов) с точкой с нечетным числом электронов, например, $\cdot\text{CH}_3$ — метиловый радикал.

При изменении условий реакции или характера связи связь может разрываться так, что оба электрона останутся у одного из атомов — это *гетеролитический разрыв связи*:



В результате образуются заряженные ионы.

Реакции с участием радикалов протекают по *радикальному механизму*, с участием ионов — по *ионному*.



Поскольку все органические вещества содержат углерод, все особенности органических соединений определяются прежде всего свойствами элемента углерода.

Вместе с образованием связей при химических реакциях происходит и разрыв связей. Разрыв ковалентной связи может быть гомолитическим или гетеролитическим



1. Какая связь характерна для органических соединений? Почему?
2. Дайте характеристику ковалентной связи.
3. Атому какого химического элемента соответствует электронная формула $1s^2 2s^2 2p^6$? Какие катионы и анионы имеют такую же электронную формулу?
4. Как расположены в пространстве s - и p -орбитали внешнего уровня атома углерода?
5. Чем отличаются σ - и π -связи? Что общего между ними? За счет перекрывания каких орбиталей они образуются?
6. Приведите примеры простых веществ с двухатомными молекулами, в которых имеется: а) только σ -связь; б) σ - и π -связи.
7. За счет перекрывания орбиталей какого типа образованы химические связи в молекулах H_2 , NF , H_2O , F_2 ? К какому виду по способу перекрывания орбиталей относят связи в этих соединениях?
8. Как определяется длина связи?
9. Длины связей в молекулах H_2 , F_2 , Cl_2 , Br_2 равны соответственно 0,074; 0,142; 0,200; 0,228 нм. С чем связано увеличение длины связи в этом ряду?
10. Что такое *радикалы*?

§ 3. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ А.М. БУТЛЕРОВА

Сегодня на уроке:

- познакомимся с основными положениями теории химического строения.

Ключевые слова

- структурная формула
- электронная формула
- стереоизомерия

К середине XIX века в органической химии был накоплен фактический материал о соединениях углерода, количество которых возрастало. Объяснить причины такого многообразия органических веществ ученые не могли. Например, из курса биологии известна глюкоза, ее молекулярная формула $C_6H_{12}O_6$. Оказывается, что такая же формула и у фруктозы (сахаристого вещества, содержащегося в меде, фруктах). Таким образом, оставалось неясным большое многообразие органических

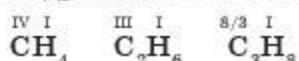
веществ, имеющих одинаковый качественный и количественный состав, но разные свойства.

Франкленд Эдуард (Франкленд)
(1825—1899)

Английский химик-органик. Ввел понятие о "соединительной силе" (1852), явившееся предшественником понятия "валентность".



В состав горючего природного газа наряду с простейшим углеводородом метаном CH_4 , входят этан C_2H_6 , пропан C_3H_8 , бутан C_4H_{10} . Углерод нам известен как элемент четырехвалентный, но здесь он как-будто только в метане CH_4 сохраняет эту валентность. Если следовать нашим представлениям, углерод должен быть в этане C_2H_6 трехвалентным, а в пропане C_3H_8 иметь даже дробные валентности:



Какова же валентность углерода в органических соединениях?

Был известен состав всех изученных органических веществ, однако их свойства не находили объяснения, так как молекула рассматривалась как хаотическое скопление атомов.

В середине XVIII в. в результате работ Э.Франкленда и А.Кекуле утвердилось понятие о валентности атома химических элементов. А.Кекуле развил представление о четырехвалентности углерода. Шотландский исследователь А.Купер установил способность атомов углерода соединяться друг с другом с образованием цепей. Благодаря трудам Канницаро четче стали понятия об атомных и молекулярных массах, уточнены их значения и способы определения.

Таким образом, ученые многих стран своими работами подготовили почву для создания теории, объясняющей строение и свойства органических веществ. Возникла острая необходимость в создании научной теории строения органических соединений. Автором такой теории стал выдающийся химик А.М.Бутлеров.

Научно обоснованное объяснение на вопросы, накопленные в XIX веке, дала теория химического строения органических соединений, созданная великим русским ученым Александром Михайловичем Бутлеровым в 1861г. Рассмотрим основные положения этой теории.

1. Все атомы в молекуле органического соединения связаны друг с другом в определенной последовательности в соответствии с их валент-



Александр Михайлович Бутлеров
(1828—1886)

Русский химик, академик Петербургской АН (с 1874 г.). Создатель теории химического строения органических веществ (1861). Предсказал и изучил изомерию многих органических соединений. Синтезировал многие вещества

ностью. Изменение последовательности расположения атомов приводит к образованию нового вещества с новыми свойствами. Например, составу вещества C_2H_6O отвечают два разных соединения: диметиловый эфир (CH_3-O-CH_3) и этиловый спирт (C_2H_5OH).

2. Свойства веществ зависят от их химического строения. Химическое строение – это определенный порядок в чередовании атомов в молекуле, во взаимодействии и взаимном влиянии атомов друг на друга – как соседних, так и через другие атомы. В результате каждое вещество имеет свои особые физические и химические свойства. Например, диметиловый эфир – это газ без запаха, нерастворимый в воде, $t_{пл.}^{\circ} = -138^{\circ}C$, $t_{кип.}^{\circ} = 23,6^{\circ}C$; этиловый спирт – жидкость с запахом, растворимая в воде, $t_{пл.}^{\circ} = -114,5^{\circ}C$, $t_{кип.}^{\circ} = 78,3^{\circ}C$. Данное положение теории строения органических веществ объяснило явление изомерии, широко распространенное в органической химии. Приведенная пара соединений – диметиловый эфир и этиловый спирт – один из примеров, иллюстрирующих явление изомерии.

3. Изучение свойств веществ позволяет определить их химическое строение, а химическое строение веществ определяет их физические и химические свойства.

4. Атомы углерода способны соединяться между собой, образуя углеродные цепи различного вида. Они могут быть как открытыми, так и замкнутыми (циклическими), как прямыми, так и разветвленными. В зависимости от числа связей, затрачиваемых атомами углерода на соединение друг с другом, цепи могут быть насыщенными (с одинарными связями) или ненасыщенными (с двойными и тройными связями).

5. Каждое органическое соединение имеет одну определенную формулу строения или структурную формулу, которую строят, основываясь на положении о четырехвалентном углероде и способности его атомов образовывать цепи и циклы. Строение молекулы как реального объекта можно изучить экспериментально химическими и физическими методами.



**Станислав Канниццаро
(1826—1910)**

Итальянский химик, выполнил ряд важных исследований в области органической химии. Главной научной заслугой стала предложенная им система основных химических понятий, на основе которой была осуществлена реформа атомно-молекулярной теории



Теория химического строения органических соединений А.М. Бутлерова внесла существенный вклад в создание общенаучной картины мира. Это учение позволило понять природу химической связи атомов, выяснить сущность их взаимного влияния, объяснить причину проявления веществом тех или иных химических свойств. В связи с этим атомно-молекулярное

учение получило свое дальнейшее развитие, что имело большое значение для науки химии.



1. Перечислите затруднения возникшие в развитии органической химии в XIX веке?
 2. Какие открытия способствовали появлению теории строения органических веществ?
 3. В чем сущность теории химического строения органических соединений? Объясните на примерах, что вы понимаете под порядком соединения атомов в молекулах?
 4. Какую валентность имеет углерод в органических соединениях?
 5. Изобразите порядок соединения атомов в молекулах с помощью структурных и электронных формул: сероводорода; оксида углерода (IV), серной кислоты и пентана C_5H_{12} .
-
- 1. Вычислите элементный состав соединений в процентах: а) бутан C_4H_{10} ; б) бутанол C_4H_9OH ; в) уксусная кислота CH_3COOH .
 - 2. Определите относительные плотности метана CH_4 ; бутана C_4H_{10} ; этанола C_2H_5OH (паров) и уксусной кислоты CH_3COOH (паров) водороду и кислороду.

§ 4. ИЗОМЕРИЯ И ГОМОЛОГИЧЕСКИЙ РЯД

Вам уже известно, что одна из причин многообразия соединений углерода заключается в том, что атомы углерода обладают свойством соединяться друг с другом в цепи, а такое свойство для других химических элементов не столь характерно.

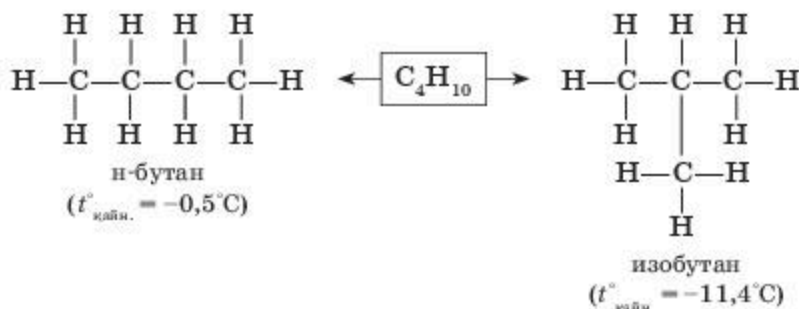
В образующихся цепях атом углерода может быть связан с одним соседним атомом углерода, либо с двумя, либо с тремя, либо с четырьмя. Атом углерода, связанный в цепи только с одним другим атомом углерода, называется *первичным*, с двумя — *вторичным*, с тремя — *третичным*, с четырьмя — *четвертичным*.



Цепь, содержащая только первичные и вторичные атомы углерода, называется *неразветвленной*, или *нормальной*.

Цепь, в которую входят третичные или четвертичные атомы углерода, является *разветвленной*.

Так, для пентана C_5H_{10} возможно двойное расположение атомов углерода — в виде неразветвленной и разветвленной цепи:



или в сокращенном виде:



В первом случае каждый атом углерода соединен с одним или с двумя атомами углерода, во втором случае появляется атом, соединенный с тремя атомами углерода.



Различному порядку соединения атомов при одном и том же составе молекул отвечают, как учит теория химического строения (II положение), разные вещества. В отличие от ранее известного вещества бутана новое соединение, синтезированное А. М. Бутлеровым, получило название изобутан (рис. 13).



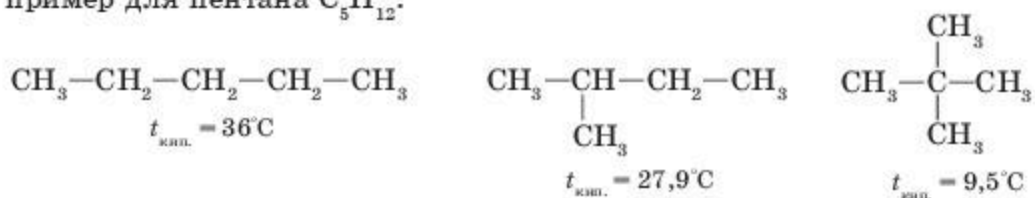
Рис. 13. Модели молекулы бутана и изобутана

Вещества, которые имеют одинаковый качественный и количественный состав, но различное химическое строение и, следовательно, различные свойства называются изомерами.

Явление существования изомеров называются изомерией.

Таким образом, состав веществ может быть абсолютно одинаковым, но их физические константы (температура кипения, плавления, плотности и др.) и химические свойства могут значительно различаться.

Разветвленные углеводороды кипят при более низкой температуре, чем соответствующие изомеры с неразветвленной цепью. Приведем еще пример для пентана C_5H_{12} :



С увеличением числа атомов углерода в молекуле углеводорода количество возможных изомеров резко возрастает. Для гептана C_7H_{16} существует 9 изомеров, для углеводорода $C_{14}H_{30}$ — 1885 изомеров, для углеводорода $C_{20}H_{42}$ — свыше 366 000.

Свойство атомов углерода соединяться не только в прямые, но и в разветвленные цепи — еще одна из причин многообразия органических соединений.

Замечательная особенность органических соединений состоит в том, что они образуют — гомологические ряды.

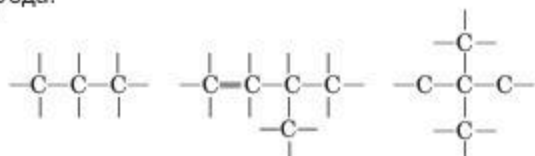
Гомологический ряд это последовательность соединений одного класса, в котором каждый член ряда отличается от соседнего на одну, а от других на несколько — CH_2 — (метиленовая группа) групп.



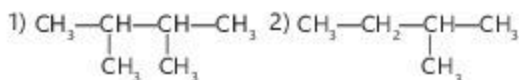
Группа $-\text{CH}_2-$ называется гомологической разностью, а члены гомологического ряда гомологами. Например, гомологический ряд алканов начинается с метана: CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , C_4H_{10} и т.д.



1. Как можно объяснить многообразие органических соединений?
2. Что такое изомеры?
3. Какие формулы называются структурными? Составьте структурные формулы бутана C_4H_{10} и пентана C_5H_{12} .
4. Из следующих цепей укажите первичные, вторичные, третичные и четвертичные атомы углерода:



5. В молекуле углеводорода имеется а) 3 первичные и 1 третичный атомы углерода; б) 4 первичных и 2 третичных атомов углерода. Напишите структурные формулы этих соединений.
6. Какие из предлагаемых соединений являются: а) изомерами; б) гомологами



7. Напишите структурные формулы всех изомеров углеводорода, которые имеют состав C_6H_{14} .

§ 5. ПОНЯТИЕ О СВОБОДНЫХ РАДИКАЛАХ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ В ЖИЗНИ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

Сегодня на уроке:

- рассмотрим понятие о свободных радикалах;
- поймем значение свободных радикалов в жизни живых организмов.

Свободные радикалы — это атомы, молекулы и ионы, содержащие один или несколько неспаренных электронов на внешней электронной оболочке. Радикалы являются химически активными частицами, поскольку радикал стремится вернуть себе недостающий электрон, “отбирая” его у других молекул, с которыми он сталкивается. В живых клетках

в сравнительно большом количестве образуются радикалы при одноэлектронном восстановлении молекулярного кислорода. Молекула кис-

лорода (называемого иногда диоксигеном), по сути дела, тоже является радикалом, лучше сказать, бирадикалом, поскольку имеет два неспаренных электрона, что придает ей, кстати сказать, повышенную химическую активность.

Ключевые слова

- свободные радикалы
- роль свободных радикалов

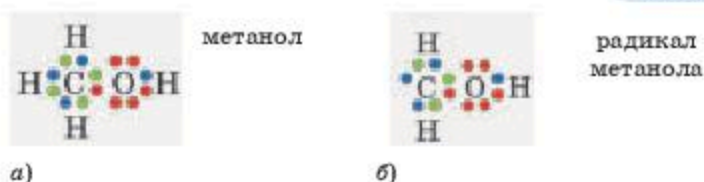


Рис. 14. Электронные структуры: а) молекулы метанола; б) радикала метанола

Неспаренный электрон в радикалах принято обозначать точкой. Например, радикал гидроксила — $\text{HO}\cdot$, радикал перекиси водорода — $\text{HOO}\cdot$, метиловый радикал — $\text{CH}_3\cdot$.

Образование радикалов из устойчивых молекул обусловлено, таким образом, появлением на свободной, валентной орбитали нового электрона, или наоборот — удалением одного электрона из электронной пары.

При высоких температурах или под действием ультрафиолетового излучения радикалы могут образовываться также в результате разрыва химической связи (гомолитическое расщепление). В обычных условиях такие реакции в нормальных живых клетках практически не имеют места.

Современные условия жизни подвергают организм человека сильным окислительным реакциям, которые приводят к преждевременному старению, нарушению биологических процессов и возникновению различных заболеваний. Окисление клеток организма происходит из-за образования свободных радикалов или, другими словами, активных форм кислорода (АФК). (рис. 15).

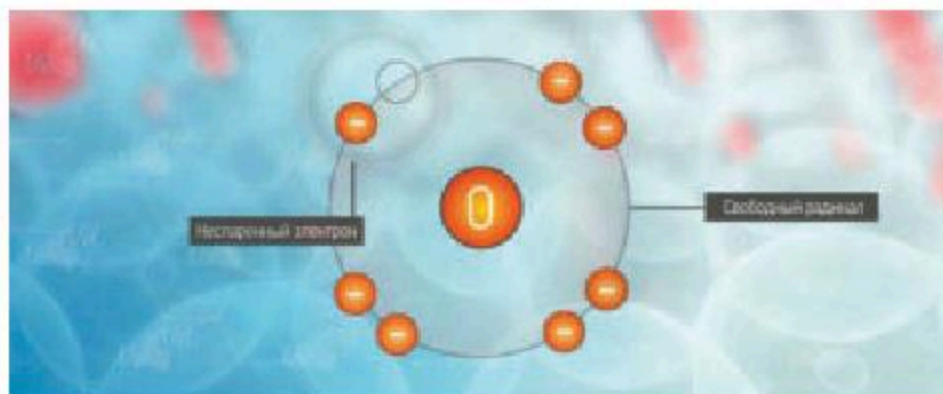


Рис. 15. Активные формы кислорода

Учеными доказано, что из-за чрезмерного окисления организма, вызванного свободными радикалами, возникает более 80 видов заболеваний, таких как онкологические, сердечно-сосудистые, метаболические, дегенеративные, воспалительные и другие. В итоге наш организм устает, ослабевает, становится чувствителен к инфекциям, склонен к воспалению и быстрее стареет.

Причины возникновения свободных радикалов.

Причины возникновения свободных радикалов связаны с естественными физиологическими процессами человека, а также с окружающей средой. Образование радикалов зависит от образа и качества жизни, окружающей среды и вредных привычек и даже от вдыхаемого кислорода. (рис. 16).



Рис. 16. Причины образования свободных радикалов

Доказано, что около 2—4% вдыхаемого кислорода трансформируются в активные формы (свободный радикал), которые оказывают сильное окислительное воздействие на биологические молекулы.

Человек делает около 20 вдохов в минуту и при каждом из них в организме вырабатывается около 40 см³ активного кислорода. За сутки количество радикалов составляет до 58 000 см³. Учитывая этот постоянный процесс выработки огромного количества активного кислорода, не стоит удивляться, что люди постоянно болеют.

Необходимо стараться как можно меньше нервничать, так как стрессы тоже могут ввести в зону риска. Нужно согласиться с тем, что потребление в пищу консервантов, полуфабрикатов и животных жиров, которые находятся у нас в приоритете перед натуральными продуктами, хлорированной воды и газированных напитков, приводят к увеличенным окислительным процессам.

Очень важно для сохранения здоровья подавлять (нейтрализовать) ежедневно образующийся в организме “активный кислород” при помощи антиоксидантов.



Виды свободных радикалов. Существуют различные виды свободных радикалов. Некоторые радикалы необходимы для сигнализации и регулирования синтеза биологических соединений, но существуют очень агрессивные и опасные радикалы, которые приводят организм к окислительному стрессу.



Рис. 17. Виды свободных радикалов

Одним из реактивных и вредных форм свободных радикалов считается гидроксильный радикал, который образуется от вдыхаемого кислорода. Именно он является главной причиной окислительного стресса.

Гидроксильные радикалы ($\text{OH}\cdot$) принято считать основной причиной более 50% самых сильных повреждений в организме. Критическими объектами повреждения в клетках от окисления $\text{OH}\cdot$ считаются: нуклеиновые кислоты и мембранные белки.

Второй по агрессивности свободный радикал — пероксинитрит ($\text{ONOO}\cdot$), он окисляет белки, а также способен вызывать повреждения ДНК.

Этот процесс протекает на протяжении всей жизни, что со временем приводит к окислительному стрессу нашего организма, нарушению обмена веществ, ослаблению иммунитета, риску раковых заболеваний, преждевременному старению, обострению хронических заболеваний, к сердечно-сосудистым патологиям и другим недугам.

Единственным средством борьбы со свободными радикалами являются антиоксиданты. Антиоксиданты отдают свой электрон радикалам, тем самым прекращают окислительный процесс.

Для поддержания своего здоровья необходимо усиливать антиоксидантную защиту, потребляя больше свежих овощей и фруктов и другие продукты, содержащие большое количество антиоксидантов.



Свободным радикалом называется частица — атом или молекула, имеющая на внешней оболочке один или несколько неспаренных электронов. Это делает радикалы химически активными, поскольку радикал стремится либо вернуть себе недостающий электрон,

отняв его от окружающих молекул, либо избавиться от “лишнего” электрона, отдавая его другим молекулам.



1. Что такое свободные радикалы?
2. Какова их роль в жизни деятельности живых организмов?
3. Можно ли приостановить влияние свободных радикалов? Приведите примеры, используя дополнительную литературу по теме.

Знаешь ли ты?

Откуда берутся свободные радикалы и как они влияют на организм?

Кислород, необходимый для жизни, может оказывать и отрицательное действие на организм. В ходе нормального процесса использования кислорода в организме происходят химические изменения, приводящие к образованию реактивных нестабильных атомов или групп атомов кислорода, называемых свободными радикалами.

Эти свободные радикалы могут повреждать клетки, в том числе и генетический материал (ДНК). Они формируются от внешних факторов, например, от табачного дыма, алкоголя, оксида азота, озона, УФ-лучей и других форм радиации (рентгеновское излучение). Если повреждается генетический материал клетки, могут возникать злокачественные опухоли и другие серьезные нарушения здоровья. Многие исследования показали, что самыми известными антиоксидантами являются витамины С и Е.



Знаешь ли ты?

Антиоксиданты могут играть важную роль в предупреждении и замедлении развития заболеваний сердца, рака и других болезней, а также могут замедлять процесс старения. Антиоксидантными свойствами обладают витамины А, С и Е, также селен, бета-каротин и ликопин. Такую же роль играют и некоторые ферменты и другие соединения, вырабатываемые самим организмом (например, глутатион). Среди антиоксидантов имеется множество других веществ, в том числе растительного (зеленый чай, экстракт виноградных косточек) происхождения.

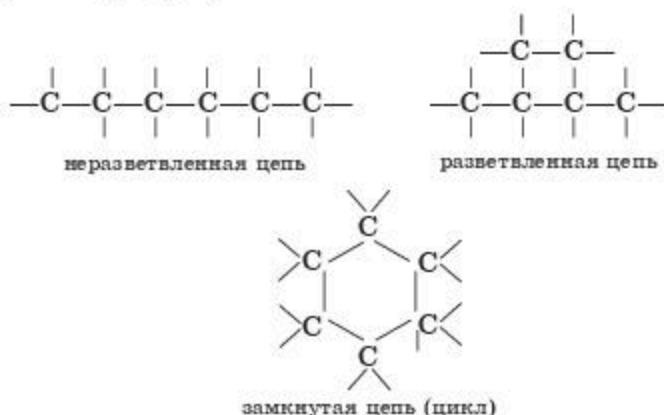


Надо отметить, что в малых дозах свободные радикалы полезны для организма. Так, они участвуют в регуляции размножения клеток, их дифференцировке (специализации), являются одним из важнейших защитных механизмов клетки против инфекций, помогают нейтрализовать бактерии. Защищают они нас и от онкологических заболеваний. Рышущие по организму в поисках недостающего электрона свободные радикалы нападают на поврежденные или вовлеченные в патологический процесс клетки, уничтожая их и замедляя рост опухоли. Помогают эти “бродяги” и нейтрализовать и вывести из организма вредные вещества и токсины.

§6. КЛАССИФИКАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Как и неорганические соединения, органические вещества классифицируются, т. е. разделяются на классы.

В зависимости от строения углеродного скелета (углеродной цепи) органические соединения подразделяются на две большие группы: **ациклические (алифатические) и циклические**. К ациклическим относятся соединения с открытой цепью углеродных атомов, которая (цепь) может быть неразветвленной (нормальной) или разветвленной. В циклических соединениях углеродные атомы образуют циклы (кольца, ядра):



Сегодня на уроке:

- познакомимся с классификацией органических веществ;
- поймем, что функциональные группы определяют химические свойства веществ.

Ключевые понятия

- углеродный скелет
- предельные углеводороды
- непредельные углеводороды
- циклические и ациклические соединения

Циклические соединения классифицируют на *карбоциклические* и *гетероциклические*. В карбоциклических соединениях циклы построены только из атомов углерода, а в случае гетероциклических веществ в состав циклов кроме атомов углерода входят также атомы других элементов — азота, кислорода, серы и других (гетероатомы).

По характеру связи между атомами углерода органические соединения подразделяются на **насыщенные (предельные) и ненасыщенные (непредельные)**.

Насыщенные соединения содержат в молекулах только одинарные связи углерод—углерод, а **ненасыщенные** — кратные (двойные или тройные) связи. Некоторые примеры приведены в таблице 2, 3.

Классификация углеводородов

Таблица 2

Название класса	Представитель	
	Формула	Название
1	2	3

1	2	3
Алканы	CH_4	Метан
Алкены	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C}=\text{C} \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$	Этен (этилен)
Диены	$\begin{array}{c} \text{H} & & & \text{H} \\ & \diagdown & / & \\ & \text{C}=\text{C}=\text{C} \\ & / & \diagdown & \\ \text{H} & & & \text{H} \end{array}$	Пропадиен (аллен)
Алкины	$\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$	Этин (ацетилен)
Ароматические углеводороды	$\begin{array}{c} & \text{H} & \\ & & \\ \text{H} & -\text{C} & -\text{H} \\ & // & \\ \text{H} & -\text{C} & -\text{H} \\ & // & \\ & \text{C} & \\ & & \\ & \text{H} & \end{array}$	Бензол
Циклоалканы	$\begin{array}{c} & \text{H} & \text{H} \\ & & \\ & \text{C} & \\ & / & \backslash \\ \text{H} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{H} \\ & & \\ & \text{H} & \text{H} \end{array}$	Циклопропан

Таблица 3

Примеры классификации веществ по различным признакам

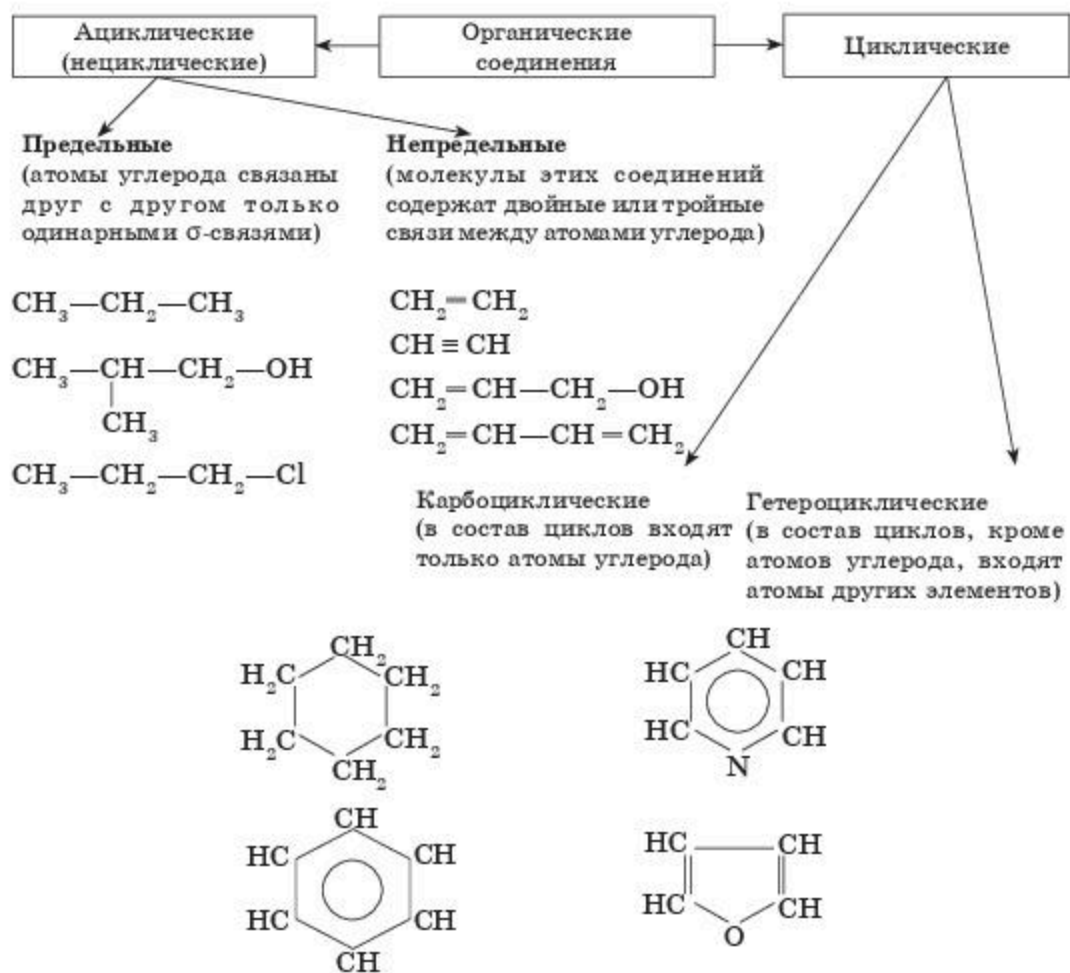
Структурная формула вещества	Классификация вещества
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Ациклическое (алифатическое) насыщенное вещество нормального строения
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{C}=\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Ациклическое ненасыщенное вещество разветвленного строения
$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}_2 \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}_2 \\ \backslash \quad / \\ \text{CH}_2 \end{array}$	Алициклическое насыщенное вещество
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}_2 \\ \backslash \quad / \\ \text{HC} \quad \text{CH} \end{array}$	Алициклическое ненасыщенное вещество



Функциональная (характеристическая) группа — это атом или группа атомов, определяющая характерные химические свойства вещества и его принадлежность к определенному классу органических соединений.

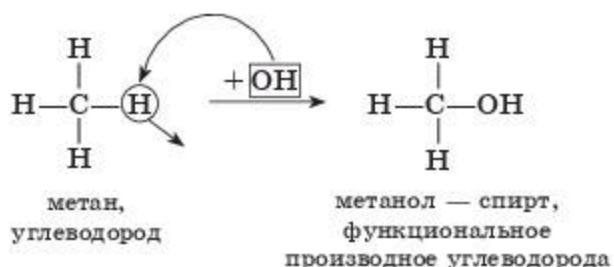
Схема 1

Классификация органических веществ по строению углеводородного радикала (R)



С данных позиций органические вещества можно классифицировать на **углеводороды** (молекулы состоят только из атомов С и Н) и **функционально замещенные углеводороды** (функциональные производные углеводородов).

Формально различные классы органических соединений можно получить, заменяя в молекулах углеводородов атом Н на функциональную группу, например:



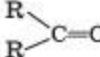
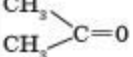

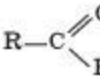
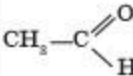

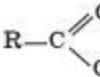
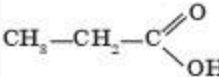

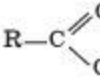
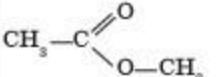



Классификация углеводородов приведена в таблице 3, а некоторые функциональные группы и названия соответствующих классов органических веществ — в таблице 4.

Функциональная группа может находиться в составе как ациклических, так и циклических соединений, поэтому полная классификация вещества требует указания всех особенностей его строения.

Таблица 4

Классификация органических веществ по функциональным группам (X)

X	Название функциональной группы	RX	Название класса	Примеры
1	2	3	4	5
—OH	Гидроксильная группа (гидроксил)	R—OH	Спирты	CH ₃ —CH ₂ —OH
			Фенолы	
	Карбонильная группа (карбонил)		Кетоны	
	Альдегидная группа		Альдегиды	
	Карбоксильная группа (карбоксил)		Карбоновые кислоты	
	Сложно-эфирная группа		Сложные эфиры	
—NH ₂	Аминогруппы	R—NH ₂	Первичные амины	C ₂ H ₅ —NH ₂
—NO ₂	Нитрогруппа	R—NO ₂	Нитросоединения	

1	2	3	4	5
$\begin{array}{l} -\text{NH}_2 \\ \\ -\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{array} \end{array}$	Аминогруппа + Карбоксил	$\begin{array}{l} \text{NH}_2 \\ \\ \text{R} \begin{array}{l} \nearrow \\ \searrow \end{array} \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	Амино- кислоты	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{C} \\ \quad \quad \quad \diagdown \\ \text{NH}_2 \quad \quad \quad \text{OH} \end{array}$



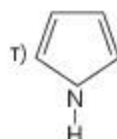
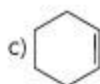
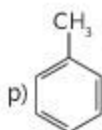
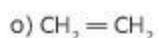
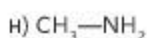
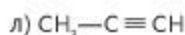
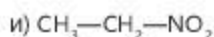
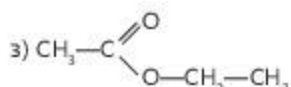
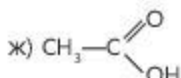
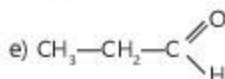
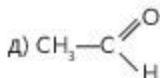
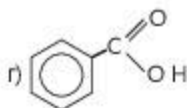
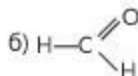
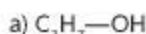
В основу современной классификации органических соединений положены два важнейших признака: строение изомерного скелета молекулы и наличие в молекуле функциональных групп. Функциональная группа — это атомы или группа атомов, от которых зависят свойства веществ. По функциональным группам определяют принадлежность данного соединения к тому или иному классу веществ.

В молекулах органических веществ могут присутствовать одновременно различные функциональные группы, что обеспечивает им свойства различных классов соединений.

В молекулах органических веществ могут присутствовать одновременно различные функциональные группы, что обеспечивает им свойства различных классов соединений.



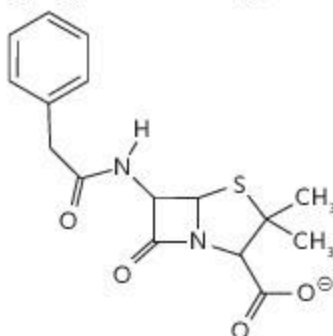
1. Как классифицируются органические вещества?
2. Что такое *функциональная группа*?
3. Укажите, к какому классу органических соединений относится каждое из следующих веществ:



4. Составьте структурные формулы изомеров, отвечающих молекулярной формуле $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$, которые принадлежат к разным классам органических веществ. Укажите эти классы.
5. Пенициллин — самый первый в мире антибиотик, который стал настоящим спасением для миллионов людей. Открыл его в 1928 г. Александр Флеминг в



результате проведения рядового эксперимента с колониями стафилококков, в некоторых чашках с культурами он обнаружил пятна обычной плесени.

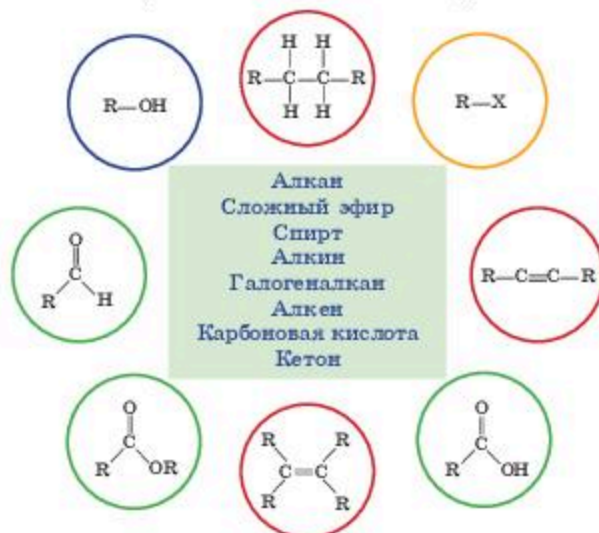


Как выяснилось при дальнейшем изучении, в чашках с плесневыми пятнами вредоносных бактерий не оказалось.

Ниже дана формула пеницилина:

Какие функциональные группы входят в состав молекулы пеницилина?

6. Соотнесите классы органических веществ и их функциональные группы:



§ 7. НОМЕНКЛАТУРА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Сегодня на уроке:

- продолжим знакомство с номенклатурой органических соединений;
- продолжим составлять формулы органических соединений.

Номенклатура — система названий веществ.

В настоящее время для наименования органических соединений применяются три типа номенклатуры: *тривиальная, рациональная и систематическая номенклатура*, которую также называют *международной* (предложенной Международным союзом теоретической и прикладной химии IUPAC).

Систематическая номенклатура IUPAC органических соединений представляет собой систему нескольких номенклатур и способов названия (схема 2).

Схема 2



Тривиальная (историческая) номенклатура — первая номенклатура, возникшая в начале развития органической химии, когда не существовало классификации и теории строения органических соединений. Органическим соединениям давали случайные названия по источнику получения (винный спирт, щавелевая кислота, яблочная кислота, уксусная кислота, ванилин, мочеви́на), цвету или запаху (ароматические соединения), реже — по химическим свойствам (парафины). Многие такие названия часто применяются до сих пор.

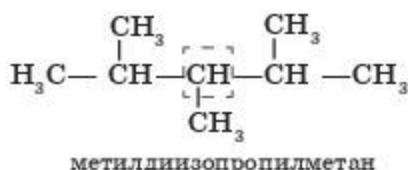
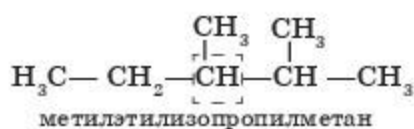
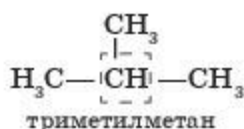
Тривиальные названия не дают представления о химической природе соединения, не расшифровывают его строения, однако при частом употреблении они удобнее длинных структурных названий.

По **рациональной номенклатуре** за основу названия органического соединения берется название простейшего члена гомологического ряда. Все остальные соединения рассматриваются как производные этого соединения, образованные замещением в нем атомов водорода углеводородными или иными радикалами.

По рациональной номенклатуре предельные углеводороды рассматриваются как производные метана, у которого один или несколько атомов водорода замещены на радикалы. Если в формуле одинаковые радикалы повторяются несколько раз, то их указывают греческими числительными: ди — два, три — три, тетра — четыре, пента — пять, гекса — шесть и т. д. Например:

Ключевые понятия

- тривиальная номенклатура
- рациональная номенклатура
- систематическая номенклатура
- локант
- префикс



Рациональная номенклатура удобна для не очень сложных соединений.

Систематическая номенклатура IUPAC является научной и отражает состав, химическое и пространственное строение соединения.

Номенклатура IUPAC вобрала в себя правила нескольких предшествующих номенклатур, главным образом, *заместительной и радикально-функциональной*. По этой причине в учебных пособиях можно встретить различные названия одного и того же вещества, и все они будут систематическими. Некоторые примеры показаны в таблице 5.

Таблица 5

Примеры различных систематических названий соединений

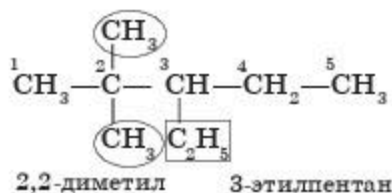
Формула соединения	Название	
	Заместительная номенклатура	Радикально-функциональная номенклатура
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$	Бромэтан	Этилбромид
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	Этанол	Этиловый спирт
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	2-хлорпропан	Изопропилхлорид
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	Пропанол-2	Изопропиловый спирт
$\begin{array}{c} \text{O} \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \end{array}$	Метоксиметан	Диметилловый эфир
$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{C}_2\text{H}_5$	Бутанон	Метилэтикетон

В систематической номенклатуре используют такие понятия, как “умножающие префиксы” и “локанты”.



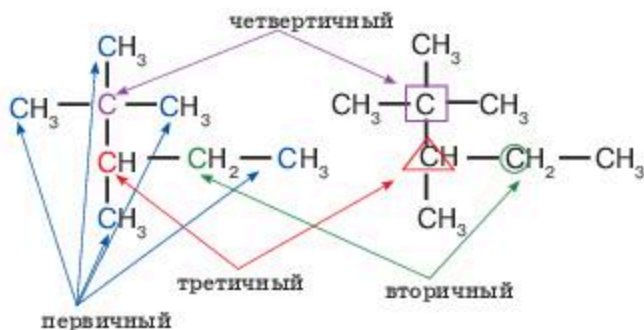
Умножающие префиксы — это приставки **ди-, три-, тетра-** и т. д., применяемые для обозначения числа одинаковых заместителей и кратных связей.

Например:



В этом примере вы видите цифры, указывающие положение заместителя, их называют *локантами*.

В органических веществах атомы углерода различаются по расположению в цепи. Они могут быть соединены с различным числом других атомов углерода (одним, двумя, тремя и максимум — четырьмя). Соответственно, различают первичные (соединены с одним соседним атомом углерода), вторичные (соединены с двумя соседними), третичные (соединены с тремя соседними) и четвертичные (соединены с четырьмя соседними) атомы углерода. Все типы атомов С присутствуют в молекуле, строение которой показано ниже:



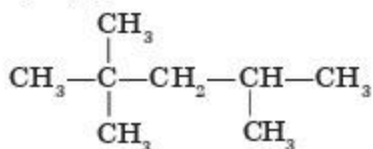
Номенклатура — система названий веществ. В настоящее время для наименования органических соединений применяются три типа номенклатуры: *тривиальная, рациональная и систематическая*, которую также называют *международной* (предложенной Международным союзом теоретической и прикладной химии IUPAC).



1. Какие виды номенклатуры органических соединений используют в настоящее время?
2. Напишите структурные формулы изомеров состава C_7H_{12} , содержащих один четвертичный атом углерода, назовите вещества.
3. Приведите формулы пяти углеводородов, не имеющих изомеров.



4. Укажите в этой молекуле первичный, вторичный, третичный и четвертичный атомы углерода.



5. Изобразите структурную формулу нормального (с неразветвленной цепью) октана, т. е. n-октана.
6. Составьте структурные формулы изомеров, отвечающих молекулярной формуле: а) C_4H_{10} ; б) $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$; в) C_3H_8 ; г) $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$; д) $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$.
7. Напишите формулу структурного изомера C_5H_{12} , содержащего четвертичный углеродный атом.

§8. ЗНАЧЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ПРИРОДЕ И ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА. РОЛЬ КАЗАХСТАНСКИХ УЧЕНЫХ В РАЗВИТИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Сегодня на уроке:

- узнаем о значении органических соединений;
- узнаем о роли казахстанских ученых в развитии органической химии.

Ключевые понятия

- органическая химия
- органические вещества

Значение органической химии чрезвычайно велико. Человек соприкасается с органическими веществами на протяжении всей своей жизни. Оно обусловлено той исключительной ролью, какую играют в жизни человека органические вещества. Белки, углеводы и жиры, нуклеиновые кислоты, витамины и гормоны являются основой нормальной жизнедеятельности всех живых существ, без них невозможна была бы жизнь. Основные продукты питания — белки, жиры, углеводы — органические вещества. Одевает человека тоже органическая химия. Стоит вспомнить натуральные (хлопок, лен, шерсть, шелк), искусственные (ацетатное

и вискозное) и синтетические (капрон, лавсан, анид и др.) волокна. Хорошо известно, что синтетические кожзаменители и каучуки широко используются для изготовления обуви. Однако развитие производства синтетических материалов не ограничивается только удовлетворением спроса на предметы повседневной необходимости. Сегодня трудно найти хотя бы одну отрасль промышленности, которая обходится без органического сырья.

Такие полезные ископаемые, как каменный уголь и нефть, без которых немислимо современное производство, состоят из органических соединений. Объектом исследований в органической химии является огромное число соединений синтетического и природного происхождения, поэтому органическая химия стала



крупнейшим и наиболее важным разделом современной химии. Так, топливная промышленность использует нефть, газ, уголь, древесину, торф, сланцы, а нефтехимическая промышленность из нефти и газа (природных и попутных) получает различные химические продукты — автомобильные и авиационные топлива (бензин, керосин, мазут), смазочные масла, различные исходные вещества (мономеры) для производства полимерных материалов, многие растворители, присадки, синтетические моющие средства и др. Лакокрасочная промышленность производит лаки, олифу, органические красители, краски и пигменты, а текстильная и кожевенная — одежду и обувь из натурального и синтетического органического сырья.

Человечество не может, к сожалению, обходиться без лекарственных средств. Их готовит в большом ассортименте фармацевтическая промышленность, основой производства которой является органический синтез. Особенно широко используют полимеры в хирургии (сосудистые протезы из лавсана и капрона, искусственные клапаны сердца, полимерные заменители в ортопедии и травматологии и т.д.). Без полимерных материалов неммыслима и строительная индустрия. Использование различных полимеров и изделий из них позволило расширить возможности и качество строительства. В производстве строительных материалов находят применение также кремнийорганические вещества, поверхностно-активные вещества (ПАВ) и другие продукты. Органическая химия не обошла стороной и сельское хозяйство, которое постоянно нуждается в органических удобрениях, и средствах защиты и роста растений. Известно, что органическое сырье животного и растительного происхождения перерабатывается пищевой промышленностью.

Но для органической химии возможен и другой путь получения пищевых продуктов. Он состоит в получении искусственной белковой пищи и кормов для животных из синтетических аминокислот.

В наши дни без различных сортов резины, полимерных материалов, горючего и смазочных веществ нельзя представить автомобили, самолеты, морской и железнодорожный транспорт. Без органической химии не могут обойтись электропромышленность и радиоэлектроника, ядерная энергетика и космические исследования.

Современный период в развитии органической химии характеризуется успехами в синтезе природных веществ, участвующих в жизнедеятельности животных и растений. Синтезированы многие ферменты и гормоны, витамины, антибиотики и алкалоиды. Синтетическим путем химики получили такое сложное вещество, как хлорофилл. Началось успешное наступление на синтез белка. После установления строения белка инсулина и его синтеза проделана гигантская работа по расшифровке структуры молекул более 2000 белков. Одновременно продолжается работа по целенаправленному синтезу многих белковых веществ.



Вклад казахстанских ученых в развитие органической химии.

Казахстанская химическая наука достигла больших высот, и многие отечественные ученые-академики — А. Б. Бектуров, Б. А. Беремжанов, А. Б. Усанович, М. Т. Козловский, Д. В. Сокольский и другие внесли свой вклад в развитие химической науки и промышленности Республики и в годы войны. Ярким представителем химической науки Казахстана является выдающийся ученый, советский химик, с 1946 года академик Академии наук Казахской ССР, **Бектуров Абикен Бектурович**. Основные исследования посвящены химии и технологии производства минеральных удобрений и переработке минеральных солей.

В нашей стране исследования в области органической химии начались в 1938 г. Впервые среди стран СНГ в Казахстане были изучены реакции поликонденсации и синтезированы полиамиды, образующие синтетические волокна. Эти исследования проводились под руководством академика **С. Р. Рафикова (1940)**. По его предложению проводились работы, связанные с изучением тяжелых остатков нефтепродуктов (1960—1966) и превращением их в высокомолекулярные соединения окислением органических соединений.

Видный ученый академик **Д. В. Сокольский**, создавший научную школу катализаторов в Казахстане, занимался проблемами гидро- и дегидрогенизации органических соединений. Разработал новые катализаторы гидрогенизации сахаров, жиров, производных ацетилена, нитросоединений, душистых веществ, а также катализаторы дожигания выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания и очистки технологических газов.

Начинателем создания и развития химии высокомолекулярных соединений и науки о полимерах являлся крупный ученый-химик **Б. А. Беремжанов (1911—1985)** — один из организаторов химической науки и образования в Казахстане. Основатель полимерной химии в Казахстане, внес большой вклад в создание специальной кафедры. Автор учебника “общая химия” для высших учебных заведений. **Жубанов Болат Ахметович** казахстанский химик-органик. Его основные научные труды посвящены синтезу термостойких полимерных препаратов, используемых в медицине. Осуществил синтез гетероциклических полимеров, устойчивых при 400—500 градусах.

Ергожин Едил Ергожаевич. Известный ученый в области химии высокомолекулярных соединений. Создатель основ научной школы в области исследования получения полимеров на основе краун-соединений, занимается проблемами химии ионного обмена и мембранной технологии.

Рафиков Сагид Рауфович. Основные работы относятся к химии полимеров. Совместно с **В. В. Коршаком** синтезировал волокнообразующие

полиамиды. Разработал эффективный способ синтеза ароматических карбоновых кислот и их производных. Разработал ряд эффективных способов стабилизации полимеров, а также методов регулирования и технологии полимеризации метилметакрилата и некоторых других мономеров в крупных моноблоках.



Органическая химия имеет важное значение в жизни человека. Основные продукты питания: жиры, белки и углеводы относятся к органическим веществам. В основе процессов, протекающих при переработке и хранении пищевых продуктов, лежат превращения органических соединений.

Топливная промышленность использует газ, нефть, каменный уголь, древесину, торф.

Органическое сырье применяется при производстве взрывчатых веществ, лакокрасочных изделий, лекарственных препаратов, органических удобрений, синтетических волокон, каучука, пластмасс и многое другое.



1. Как классифицируются органические соединения в зависимости от их строения и как соединяются между собой атомы углерода в соединениях, относящихся к разным группам?
2. Приведите примеры известных вам органических соединений, входящих в состав:
а) продуктов или материалов, используемых в быту, медицине, в промышленности; б) в пищевых продуктах или биологически активных веществ.
3. Расскажите о роли казахстанских ученых в развитии органической химии.





ЛАБОРАТОРНЫЙ ОПЫТ № 1

Шаростержневые модели молекул метана, этана, этилена, ацетилена, бензола, метанола, этанола, уксусной кислоты

Лабораторное оборудование: набор для построения шаростержневых моделей молекул органических соединений.

Ход работы:

Начертите в тетрадах таблицу и запишите в ней соответствующие формулы метана, этана, этилена, ацетилена, бензола, метанола, этанола, уксусной кислоты.

Название веществ	Молекулярная формула	Структурная формула
Метан		
Метанол		
Этан		
Этанол		
Этилен		
Ацетилен		
Уксусная кислота		
Бензол		

Возьмите из набора необходимое число шариков черного цвета, которые будут символизировать атомы углерода, необходимое число шариков белого цвета, которые будут символизировать атомы водорода и необходимое число шариков голубого цвета, которые будут символизировать атомы кислорода, химическую связь изображают металлические стержни.

1. Модель молекулы метана

Согласно структурной формуле метана — шарик черного цвета (атом углерода) соедините при помощи стержней с необходимым числом шариков белого цвета (атомы водорода).

2. Модель молекулы метанола

Исходя из модели молекулы метана, составьте модель молекулы метанола. Для этого снимите от модели молекулы метана шарик (символ атома водорода) и на его место прикрепите голубой шарик (символ атома кислорода), к которому добавьте еще один шарик белого цвета — символ атома водорода.

3. Модель молекулы этана

В соответствии со структурной формулой этана два черных шарика (“атомы углерода”) при помощи стержней соедините между собой под



углом примерно 109° . К этим двум “атомам углерода” при помощи стержней присоедините шесть шариков белого цвета, которые условно изображают атомы водорода.

Исходя из модели молекулы этана, составьте модели молекул этилена, ацетилен и уксусной кислоты.

4. Модель молекулы этилена

В соответствии со структурной формулой этилена — отнимите от модели молекулы этана два белых шарика (атомы водорода) и атомы углерода, соедините стержнями между собой, которые символизируют еще одну связь.

5. Модель молекулы ацетилен

Аналогично отнимая соответствующее количество атомов водорода, атомы углерода соедините при помощи двух стержней между собой, которые символизируют двойную связь, в итоге в молекуле ацетилен образуеться одна тройная связь.

6. Модель молекулы этанола

С одного стержня модели молекулы этана снимите один белый шарик (“атом водорода”). Вместо него прикрепите голубой шарик (“атом кислорода”) и к нему добавьте атом водорода и составьте модель молекулы этанола.

7. Модель молекулы уксусной кислоты

Далее, согласно структурной формуле уксусной кислоты, аналогично снимая соответствующее количество атомов водорода от модели молекулы этана, прикрепите карбоксильную группу и составьте модель молекулы уксусной кислоты.

8. Модель молекулы бензола

Возьмите из набора 6 шариков черного цвета и 6 шариков белого цвета, которые будут символизировать соответственно атомы углерода и водорода. При помощи стержней эти атомы соедините между собой в цикл согласно структурной формуле бензола.

Вопросы и задания:

1. Какие существуют способы моделирования молекул органических соединений?

2. Какие положения теории химического строения органических соединений учитывались при составлении моделей молекул данных веществ?

3. Почему при изготовлении модели молекулы этана “атомы углерода” нужно соединять примерно под углом 109° ?

Введение в органическую химию. теория строения органических соединений

1. Органическая химия – это химия углеводов и их производных. Многообразие органических веществ связано с тем, что атомы углерода могут соединиться между собой как простой, так и двойной и тройной связью, образуя линейные, замкнутые цепи.

2. Появление свободных радикалов связано с уровнем и качеством жизни человека, окружающей средой и вредными действиями.

3. Органические соединения углеводов и их функциональные производные. Органические соединения классифицируются в зависимости от состава и строения. Роль органических веществ в жизни человека особая.

4. Белки, углеводы, жиры, нуклеиновые кислоты и гормоны являются основой нормальной жизнедеятельности живых организмов. Открытие теории строения органических веществ способствовало формированию химии как отдельной отрасли и науки.

УГЛЕВОДОРОДЫ И ИХ ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ



§ 9. АЛКАНЫ

Как вам известно, простейшим представителем алканов является метан CH_4 . Существует много углеводородов, сходных с метаном. В их молекулах имеются 2, 3, 4 и более атомов углерода (табл. 6).

Таблица 6

Гомологический ряд предельных углеводородов

Название	Структурная формула	Молекулярная формула
Метан	CH_4	CH_4
Этан	CH_3-CH_3	C_2H_6
Пропан	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	C_3H_8
н-Бутан	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	C_4H_{10}
н-Пентан	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	C_5H_{12}
н-Гексан	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	C_6H_{14}
н-Гептан	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	C_7H_{16}
н-Октан	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	C_8H_{18}
н-Нонан	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	C_9H_{20}
н-Декан	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$

Общая формула алканов $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$.

Все атомы углерода в молекулах алканов имеют тетраэдрическое строение и находятся в состоянии sp^3 -гибридизации и направлены к вершинам воображаемых тетраэдров из их центров (рис). Угол между связями составляет $109^\circ 28'$. Длина связей C – C равна 0,154 нм. Рис. 18.

Сегодня на уроке:

- Продолжим знакомство с гомологами метана и их свойствами.

Ключевые понятия

- гомологи
- sp^3 – гибридизация
- свойства

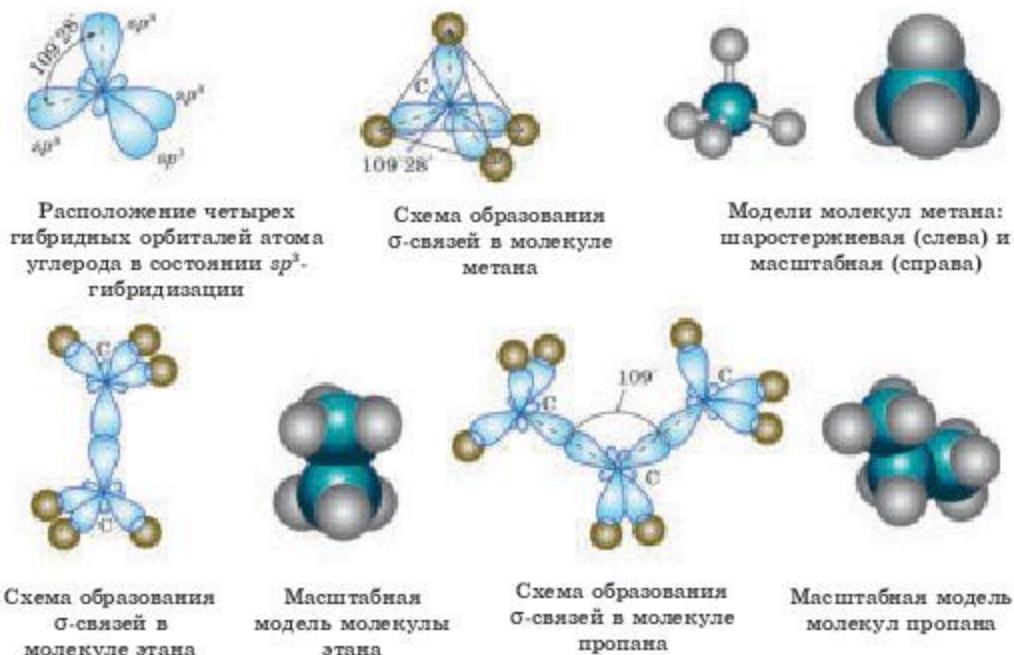


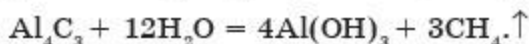
Рис. 18. Строение молекулы метана, этана и пропана

Нахождение в природе. Алканы широко распространены в природе, являются главными компонентами нефти, природного газа, попутного нефтяного газа, горючих сланцев, природных восков, озокерита.

Получение. Алканы получают двумя путями: из природных источников (природный газ, нефть) и химическим путем. Низшие углеводороды (метан, этан, пропан, бутан) выделяют из природного газа. Высшие углеводороды содержатся в нефти и угле, из которых выделяются фракционной перегонкой. В лаборатории метан получают при нагревании смеси ацетата натрия с гидроксидом натрия.



или при взаимодействии карбида алюминия с водой:



В промышленных масштабах метан получают из природного газа, который содержит до 98% по объему метана. Этан получают из попутных нефтяных газов, нефти.

Физические свойства. Из всех газообразных углеводородов только метан легче воздуха. С увеличением молекулярной массы, у алканов повышается температуры кипения, плавления и плотность алканов (табл. 7). Предельные углеводороды практически не растворимы в воде, но растворяются в неполярных органических растворителях (бензол, тетрахлорметан). Жидкие алканы легко смешиваются друг с другом.

Физические свойства алканов

Атауы	Формула	Агрегатные состояния	$t_{\text{кип.}}^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{пл.}}^{\circ}\text{C}$
Метан	CH_4	Газы без запаха	-182,5	-161,5
Этан	C_2H_6		-182,8	-88,6
Пропан	C_3H_8		-187,7	-42
Бутан	C_4H_{10}		-138,3	-0,5
Пентан	C_5H_{12}		-129,7	+36,1
Гексан	C_6H_{14}		-95,3	+68,7
Гептан	C_7H_{16}	Жидкости с характерным запахом	-90,6	+98,4
Октан	C_8H_{18}		-56,8	+124,7
Нонан	C_9H_{20}		-53,7	+150,8
Декан	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$		-29,6	+174,0
Гексадекан	$\text{C}_{16}\text{H}_{34}$	Твердое вещество без запаха, белого цвета, жирный на ощупь	+18,2	286,8

Химические свойства. Алканы обладают низкой реакционной способностью. Это обусловлено прочностью и очень малой полярностью связей С–С и С–Н. Однако в определенных условиях алканы вступают в реакцию замещения, отщепления и окисления.

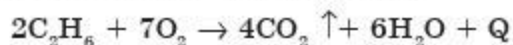
Реакции горения. В определенных условиях алканы могут окисляться. В зависимости от условий окисление может быть полным или частичным.

Полное окисление. Все предельные углеводороды – горючие вещества. Именно поэтому метан – как основная часть природного газа – используется в качестве топлива. Процесс горения углеводородов широко используется для получения энергии (в двигателях внутреннего сгорания, в тепловых электростанциях и т. п.).

Метан горит синеватым или почти бесцветным пламенем, выделяя большое количество теплоты:



Этилен горит более светящимся пламенем потому, что процентное содержание углерода больше чем у метана:

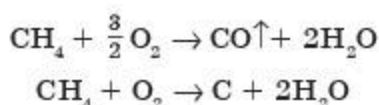


Смеси газообразных алканов с кислородом или с воздухом взрывоопасны, поэтому очень опасна как утечка газа, так и накопление метана

в шахтах или котельных. Например, если объемное соотношение метана и кислорода соответствует 1:2, то происходит очень сильный взрыв. Нередко это является причиной аварий и несчастных случаев в шахтах.

Частичное окисление. При горении высших алканов, кислорода, содержащегося в воздухе, может оказаться недостаточно для их полного окисления до CO_2 . Поэтому высшие алканы горят на воздухе коптящим пламенем. Тогда образуются продукты частичного окисления: угарный газ CO и сажа C . Выделяющийся попутно токсичный угарный газ (без запаха и цвета) представляет опасность для человека.

Горение метана при недостатке кислорода происходит по уравнениям:



Последняя реакция используется в промышленности для получения сажи из природного газа, содержащего 80-97% метана.

Применение алканов. Значение алканов в современном мире огромно. В нефтехимической промышленности предельные углеводороды являются базой для получения разнообразных органических соединений, важным сырьем в процессах получения полупродуктов для производства пластмасс, каучуков, синтетических волокон, моющих средств и многих других веществ. Велико значение в медицине, парфюмерии и косметике (рис. 19).



Рис. 19. Применение алканов

1-керосиновая лампа; 2-парафиновые свечи; 3-в газовой печках; 4-вазелин; 5-пропан-бутаговая смесь; 6-жидкие алканы; 7-хладагенты; 8-моющие средства



Алканы (предельные или насыщенные углеводороды, парафины) – углеводороды, атомы углерода в которых соединены простыми связями. Общая формула: $C_n H_{2n+2}$. Температуры плавления и кипения увеличиваются с увеличением числа атомов С в молекуле. Алканы обладают низкой реакционной способностью. Реакция горения алканов является источником энергии.

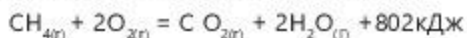


1. Какие углеводороды называются предельными и почему?
2. Какой тип гибридизации в молекулах алканов?
3. Какова общая формула предельных углеводородов?
4. Какие из приведенных ниже формул отвечают предельным углеводородам: C_4H_8 , C_8H_{18} , C_6H_6 , C_3H_8 , $C_{20}H_{42}$, $C_{11}H_{22}$?
5. Как изменяются физические свойства веществ в ряду предельных углеводородов с увеличением числа атомов углерода в молекуле? Подтвердите примерами.
6. Какие вы знаете способы получения алканов в лаборатории?
7. Возможно ли получить алканы промышленным путем? Как это происходит?
8. Напишите реакцию полного сгорания пропана. Какое объемное соотношение пропана и воздуха может быть взрывоопасным?
9. Можно ли обнаружить появление метана в шахте органолептическим путем, т.е. с помощью органов чувств? Почему?
10. Чем опасен угарный газ для живых организмов?

- 1. Выведите молекулярную формулу углеводорода, массовая доля углерода в котором составляет 82,21%. Плотность паров вещества по водороду равна 57. Напишите структурные формулы трех изомеров такого состава и назовите их.

Ответ: C_8H_{18} .

- 2. Согласно термохимическому уравнению реакции:



количество теплоты, выделившейся при сжигании 8 г метана, равно

1) 1604 кДж 2) 1203 кДж 3) 601,5 кДж 4) 401 кДж

- 3. Расчитайте объём (н.у.) воздуха, необходимый для полного сгорания 20 л (н.у) бутана.

Ответ: 650 л.

- 4. При взаимодействии карбида алюминия (Al_4C_3) с водой образуются метан и гидроксид алюминия. Составьте уравнение этой реакции и рассчитайте массу карбида алюминия, которая необходима для получения метана объемом 11,2 л (н. у.).

Ответ: 24 г.

Знаешь ли ты?

Атмосфера планет Юпитера, Сатурна, Урана, Нептуна содержит большое количество метана. На спутнике Сатурна Титане текут метановые реки, присутствуют метановые моря, различные метаномы, над ними плывут метановые облака и идут метановые дожди.



Знаешь ли ты?

При использовании в быту, промышленности в метан обычно добавляют одоранты со специфическим “запахом газа”. Одоранты добавляют для того, чтобы его распознать. При сгорании он практически не оставляет вредных продуктов. Помимо всего прочего, этот газ довольно активно участвует в образовании всем известного парникового эффекта.

Метан взрывоопасен при концентрации в воздухе от 5% до 15%. Самая взрывоопасная концентрация 9,5%.

Знаешь ли ты?

Когда ученые с помощью глубоководных аппаратов “Мир” изучали озеро Байкал, в южной котловине озера были обнаружены залежи газогидратов. При этом газогидраты были обнаружены на поверхности осадков, а не под ними. В этом же районе в 2005 г. на глубине 1400 м ученые увидели газовый факел высотой 900 м! Гидронавты пытались механической “рукой” “Мира” поднять на поверхность плиту газогидрата, но на глубине 150 м увидели, как плита “взорвалась”!

Знаешь ли ты?

Во время экспедиции в Индию Х. Колумб писал, что наблюдал на поверхности моря “кипение воды”, а также неведомо откуда появившийся “огненный столб”! Дело было в районе пресловутого Бермудского треугольника в Атлантическом океане. Загадка наблюдавшихся явлений сохранялась в течение многих столетий. И лишь в наше время появилась разгадка. Вероятнее всего, великий мореплаватель наблюдал мощный выход на поверхность метана и видел в воздухе факел горящего газа, который, возможно, воспламенился от разряда молнии. Не исключено, что загадочные случаи исчезновения в этом районе кораблей и самолетов и объясняются наличием на дне моря гигантских залежей газогидратов. В периоды повышенной тектонической активности здесь разогревается придонная порода, в результате чего массы газогидратов разлагаются, выделяют метан, который устремляется на поверхность и гигантским столбом вырывается в атмосферу!

Знаешь ли ты?

В Бристоле (Англия) появилась новая модель автомобиля, который должен побудить к использованию безвредных для окружающей среды видов транспорта. Экологичный автомобиль работает на метане, который получают в процессе очистки сточных вод.

Автомобиль может достичь скорости в 180 км/ч. На проезд одного километра нужно 8,5 кубометров метана. И хотя топливо происходит из нечистоты, автомобиль не выделяет неприятных запахов.

§ 10. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ НА “ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВА ПО ПРОДУКТАМ СГОРАНИЯ

Задача 1. При сжигании 29 г углеводорода образовалось 88 г углекислого газа и 45 г воды, относительная плотность вещества по воздуху равна 2. Найдите молекулярную формулу углеводорода.

Запишем условие задачи.

Дано

$$m(C_xH_y) = 29 \text{ г}$$

$$m(CO_2) = 88 \text{ г}$$

$$m(H_2O) = 45 \text{ г}$$

$$D(C_xH_y) = 2$$

Найти:

молекулярную формулу C_xH_y

Решение.

Найдем относительную молекулярную массу вещества:

$$M_r = D_{\text{возд.}} \cdot M_r(\text{возд.}),$$

$$M_r(C_xH_y) = 2 \cdot 29 = 58.$$

Найдем количество образовавшегося оксида углерода (IV):

$$n(CO_2) = \frac{m(CO_2)}{M(CO_2)},$$

$$n(CO_2) = \frac{88 \text{ г}}{44 \text{ г/моль}} = 2 \text{ моль.}$$

Найдем количество углерода в сожженном веществе:

$$n(C) = n(CO_2) = 2 \text{ моль.}$$

Найдем количество воды:

$$n(H_2O) = \frac{45 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 2,5 \text{ моль.}$$

Найдем количество водорода в сожженном веществе:

$$n(H) = 2n(H_2O),$$

$$n(H) = 2,5 \cdot 2 = 5 \text{ моль.}$$

Найдем простейшую формулу углеводорода:

$$n(C) : n(H) = 2 : 5, \text{ следовательно, простейшая формула — } C_2H_5.$$

Найдем истинную формулу углеводорода:

$$M_r(C_2H_5) = 29,$$

$$M_r(C_xH_y) = 58, \text{ следовательно, истинная формула — } C_4H_{10}.$$

Задача 2. При сжигании 5,6 л (н. у.) газообразного органического вещества было получено 16,8 л (н. у.) углекислого газа и 13,5 г воды. Масса 1 л исходного вещества при н. у. равна 1,875 г. Найдите его молекулярную формулу.

Сегодня на уроке:

- Продолжим решение задач на установление формул органических веществ:
 - а) по продуктам сгорания
 - б) по массовым долям элементов

Ключевые понятия

- относительная плотность газов
- молекулярная формула





Запишем условие задачи.

Дано:

$$V(C_xH_y) — 5,6 \text{ л}$$

$$V(CO_2) — 16,8 \text{ л}$$

$$m(H_2O) — 13,5 \text{ г}$$

$$\rho(C_xH_y) — 1,875 \text{ г/л}$$

$$m(H_2O) — 13,5 \text{ г}$$

Найти:

молекулярную формулу C_xH_y

Решение.

Найдем молекулярную массу вещества из пропорции:

$$1 \text{ л газа} — 1,875 \text{ г,}$$

$$22,4 \text{ л} — m \text{ г.}$$

Отсюда:

$$m = 42 \text{ г, } M = 42 \text{ г/моль.}$$

Найдем количество вещества углекислого газа и углерода:

$$n(CO_2) = \frac{16,8 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,75 \text{ моль, } n(C) = 0,75 \text{ моль.}$$

Найдем количество воды и водорода:

$$n(H_2O) = \frac{13,5 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 0,75 \text{ моль,}$$

$$n(H) = 0,75 \cdot 2 = 1,5 \text{ моль.}$$

Найдем сумму масс углерода и водорода:

$$m(C) + m(H) = 0,75 \cdot 12 + 1,5 \cdot 1 = 10,5 \text{ г.}$$

Найдем массу сожженного вещества:

$$m(\text{в-ва}) = \frac{V}{V_M} \cdot M,$$

$$m(\text{в-ва}) = \frac{5,6 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} \cdot 42 \text{ г/моль} = 10,5 \text{ г.}$$

Следовательно, вещество содержит только углерод и водород.

Найдем простейшую формулу углеводорода C_xH_y :

$$n(C) : n(H) = 0,75 : 1,5 = 1 : 2,$$

следовательно, простейшая формула — CH_2 .

Найдем истинную формулу углеводорода:

$$M_r(CH_2) = 14, M_r(\text{в-ва}) : M_r(CH_2) = 42 : 14 = 3,$$

следовательно, истинная формула углеводорода — C_3H_6 .



1. При сгорании 3 г углеводорода было получено 8,8 г углекислого газа, 5,4 г воды. Относительная плотность углеводорода по воздуху равна 1,03. Определите молекулярную формулу углеводорода.

Ответ: C_2H_6 .

2. При сгорании 8,6 г углеводорода образовалось 13,44 л (н. у.) оксида углерода (IV) и 12,6 г воды. Плотность углеводорода по водороду равна 43. Определите молекулярную формулу углеводорода.

Ответ: C_6H_{14} .

- 3. При сжигании 29 г углеводорода образовалось 44,8 л (н. у.) углекислого газа и 112 л воды, относительная плотность вещества по гелию равна 14,5. Найдите молекулярную формулу углеводорода.

Ответ: C_4H_{10} .

§ 11. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ НА НАХОЖДЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ФОРМУЛ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ПО МАССОВЫМ ДОЛЯМ ЭЛЕМЕНТОВ И ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ИХ ПАРОВ

Задача 1. Найти молекулярную формулу вещества, содержащего 81,8% углерода и 18,2% водорода. Относительная плотность вещества по азоту равна 1,57.

Решение.

1. Запишем условие задачи.

2. Вычислим относительную молекулярную массу $M_r(C_xH_y)$ по относительной плотности:

$$M_r = D_{N_2} \cdot M_r(N_2), \quad M_r(C_xH_y) = 1,57 \cdot 28 = 43,96 = 44.$$

3. Находим индексы x и y по формуле $\frac{\omega(E)}{A_r(E)}$:

$$x : y = \frac{\omega(C)}{A_r(C)} : \frac{\omega(H)}{A_r(H)}; \quad x : y = \frac{0,818}{12} : \frac{0,182}{1} = 0,068 : 0,182 = 3 : 8.$$

4. Запишем формулу углеводорода, содержащего 3 атома углерода и 8 атомов водорода: C_3H_8 .

Задача 2. Найти формулу вещества, содержащего 43,4% натрия, 11,3% углерода и 45,3% кислорода.

Решение.

1. Запишем условие задачи.

2. Находим индексы x, y, z по формуле $\frac{\omega(E)}{A_r(E)}$:

$$x : y : z = \frac{43,4}{23} : \frac{11,3}{12} : \frac{45,3}{16} = 1,88 : 0,94 : 2,82.$$

3. Чтобы получить целые цифры, все значения делим на 0,94:

$$x : y : z = \frac{1,88}{0,94} : \frac{0,94}{0,94} : \frac{2,82}{0,94} = 2 : 1 : 3.$$

Ответ: Na_2CO_3 .



- 1. Найдите формулу углеводорода, в котором содержится 14,29% водорода, а его относительная плотность по азоту равна 2.

Ответ: C_4H_8 .

- 2. Массовая доля углерода в углеводороде — 87,5%, а относительная плотность углеводорода по воздуху равна 3,31. Определите формулу вещества.

Ответ: C_7H_{12} .

3. Установите молекулярную формулу вещества, если массовая доля углерода в нем составляет 26,67%, водорода — 2,22%, кислорода — 71,11%. Относительная плотность вещества при нормальных условиях равна 4,02.

Ответ: $C_2H_2O_4$.

§ 12. ЦИКЛОАЛКАНЫ

Сегодня на уроке:

- познакомимся с циклоалканами.

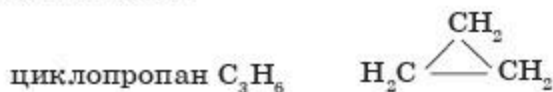
Ключевые слова

- циклоалканы
- строение
- номенклатура
- изомерия
- получение
- физические свойства
- химические свойства
- применения

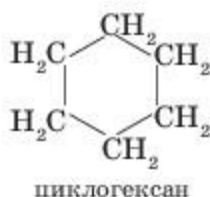
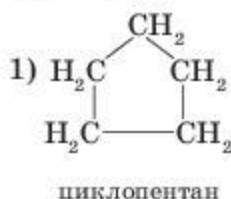
Циклоалканы (циклопарафины) — насыщенные углеводороды, содержащие цикл из трех или более атомов углерода. Они относятся к алициклическим углеводородам.

Общая формула циклоалканов: C_nH_{2n} , где $n \geq 3$.

Простыми представителями гомологического ряда циклоалканов являются циклопропан C_3H_6 и циклобутан:



Другие гомологи состоят из четырех, пяти и шести атомов углерода:



На рисунке 20 представлены шаростержневые модели циклоалканов

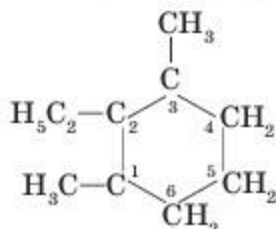


Рис. 20. Шаростержневые модели циклоалканов

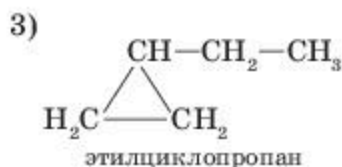
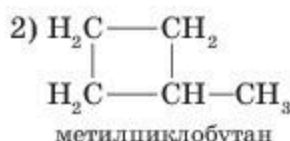
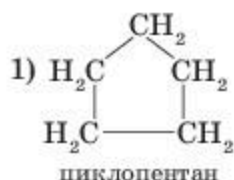
Номенклатура и изомерия. Как вы заметили, названия циклоалканов состоят из названия алкана с тем же числом атомов углерода, но с добавлением к корню приставки *цикло-*.



Циклоалканы с боковыми заместителями называют обычным образом: нумеруют атомы углерода в цикле от атома с простейшим заместителем и далее по кратчайшему пути к следующему заместителю. Главным требованием является минимальная сумма цифр в названии циклоалкана. Например, название изображенного циклопарафина: 1,3-диметил-2-этилциклогексан, а не 1,5-диметил-5-этилгексан.



Для циклоалканов, как и для алканов, характерна изомерия углеродного скелета. Изомеры циклоалканов различаются числом атомов углерода в цикле, строением и расположением заместителей в цикле. Например, молекулярной формуле C_5H_{10} соответствуют следующие изомеры:



Циклоалканы с алкенами *межклассовые изомеры*:



Шаростержневые модели молекул 1,2-диметилциклопропана (рис. 21) показывают, что возможны два варианта расположения метильных групп CH_3 в пространстве: по одну сторону плоскости цикла (цис-положение) и по разные стороны (транс-положение) – пространственная изомерия.

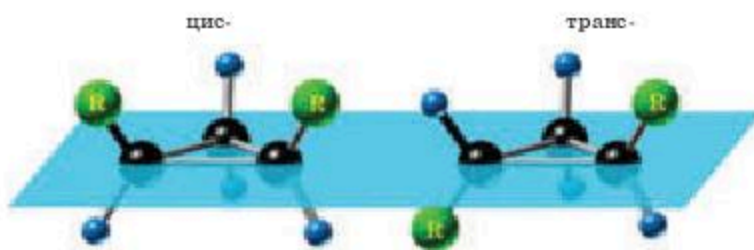
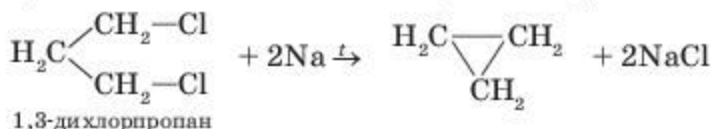
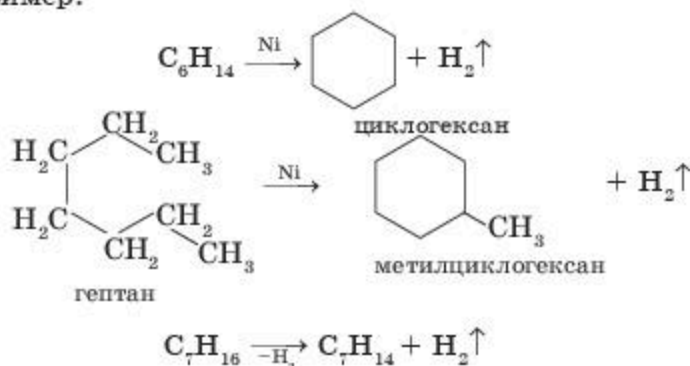


Рис. 21. Шаростержневые модели молекул цис- и транс-1,2-диметилциклопропанов

Получение. В промышленности циклоалканы получают из нефти. Пяти-, шестигленные циклоалканы были впервые выделены из нефти Московского университета профессором В.В. Марковниковым. Циклоалканы и их галогенопроизводные входят в состав нефти и оттуда выделяются. В лаборатории низшие циклоалканы получают при действии активных металлов (Na, Mg, Zn) на дигалогенозамещенные алканы при нагревании (внутримолекулярная реакция Вюрца):



При дегидрировании алканов образуются соответствующие циклоалканы, например:

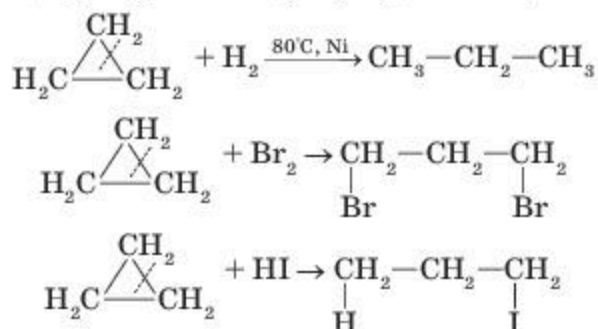


Физические свойства. Циклопропан и циклобутан при нормальных условиях — газы, а циклопентан и циклогексан — жидкости. Циклопарафины в воде практически не растворяются. Температуры кипения и плавления циклоалканов, как и их плотности, несколько выше, чем у парафинов с равным числом атомов углерода.

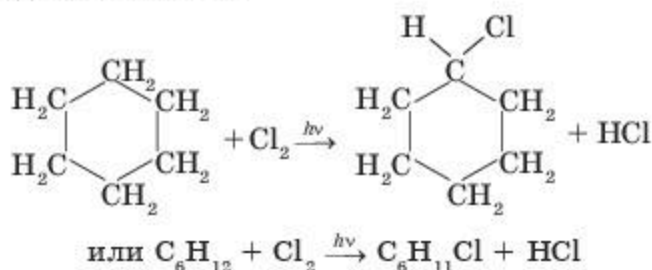
Химические свойства. Все атомы углерода в цикле находятся в состоянии sp^3 -гибридизации. В простейших циклах (C_3 , C_4) углы между С—С связями сильно отличаются от тетраэдрического угла ($109^\circ 28'$), что создает в молекулах напряжение, вследствие чего циклопропан и



циклобутан обладают высокой реакционной способностью, поэтому при действии некоторых реагентов (H_2 , Br_2 , HI) на циклопропан и циклобутан циклы легко раскрываются, образуя насыщенные соединения:



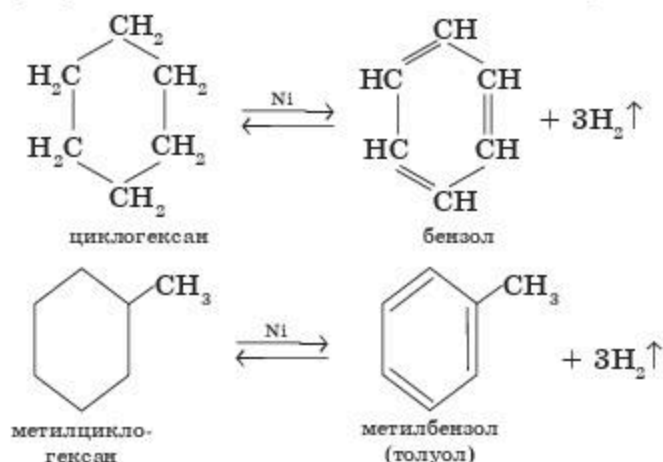
Начиная с C_5H_{10} , напряжение отсутствует, так как углы между связями С—С мало отличаются от $109^\circ 28'$. Эти соединения при галогенировании не раскрываются, а вступают в реакции радикального замещения подобно алканам:



Горение. Циклогексан входит в состав бензина. При его горении выделяется большое количество теплоты:



Дегидрирование. При дегидрировании циклогексана или метилциклогексана образуются соответственно бензол и толуол.



Применение. Циклопропан применяют в медицине для наркозе. Из циклоалканов практическое значение имеют циклогексан и метилциклогексан. В процессе ароматизации нефти эти соединения превращаются в ароматические углеводороды, которые широко используются для синтеза красителей и медикаментов.



Циклоалканы (циклопарафины) — насыщенные углеводороды, содержащие цикл из трех или более атомов углерода. Общая формула циклоалканов C_nH_{2n} . Все атомы углерода в цикле находятся в состоянии sp^3 -гибридизации. Для циклоалканов характерны изомерия углеродной цепи, межклассовая изомерия, пространственная.



1. Какие углеводороды относят к циклоалканам и почему их так назвали? Почему циклоалканы иногда называют нафтенами?
2. Напишите структурные формулы изомерных циклоалканов состава C_6H_{12} . Назовите эти соединения.
3. Напишите структурные формулы следующих циклоалканов: 1,2-диметил-4-этилциклопентана; 1,3-диметилциклобутана; 1,1-диметил-2-этилциклопропана.
4. Напишите структурные формулы цис- и транс-изомеров 1,2 и 1,3-диэтилциклобутана.
5. В чем причина низкой устойчивости циклопропана?
6. Напишите уравнения реакций бромирования: а) циклопропана; б) циклогексана. Назовите полученные соединения.

- 1. а) Плотность паров циклоалкана по водороду равна 42. Определите молекулярную формулу вещества и назовите его; б) составьте структурные формулы двух гомологов и двух изомеров этого соединения.

Ответ: C_6H_{12} .

- 2. Сожгли 7 г циклического углеводорода, образовалось 22 г углекислого газа и 9 г воды. Определите формулу вещества, если плотность его паров в нормальных условиях составляет 3,125. С каким веществом из другого класса оно изомерно?

Ответ: C_5H_{10} .

- 3*. Какой объем гидроксида калия с массовой долей KOH 11% ($\rho = 1,1$ г/мл) потребуется для нейтрализации бромоводорода, образующегося при монобромировании 8,4 г циклогексана?

Ответ: 46,28 мл.

Знаешь ли ты?

Группы звезд на небе тоже можно представить как углеродные цепи разных видов:





Знаешь ли ты?

Циклопропан оказывает сильное общеобезболивающее действие. Действует циклопропан быстро. В концентрации 4 об. % вызывает аналгезию, 6 об. % — выключает сознание, 8—10 об. % — вызывает наркоз (III стадия), в концентрации 20—30 об. % — глубокий наркоз. Чрезвычайно огнеопасен; его смеси с кислородом и воздухом могут взрываться при соприкосновении с пламенем, электрической искрой. При использовании циклопропана необходимо принимать все меры, исключающие возможность взрыва. В связи с этими особенностями, а также с появлением новых способов и средств общего обезболивания циклопропан в настоящее время крайне редко используется в качестве средства для наркоза.

Знаешь ли ты?

Смолы деревьев построены на циклоалканах, циклоалканы входят в состав восточных благовоний: камфора, амбра, мятное, лимонное масла и т. д. Также они содержатся в сильнейших растительных ядах, которые опасны для человека.

Интересно то, что холестерин — родоначальник ациклических веществ, содержит циклопентановый блок. Циклоалканы не обошли стороной витамины, например витамины группы D. Циклоалканы присутствуют в незаменимых гормонах, без которых человеку не выжить, в желчных кислотах и половых гормонах, без которых невозможно размножение.

§ 13. АЛКЕНЫ

Ациклические углеводороды, содержащие в молекуле, помимо одинарных связей, одну двойную связь между атомами углерода, называются *алкенами*.

Первый представитель алкенов — этилен C_2H_4 . По названию первого представителя этого ряда — этилена — такие углеводороды называются *этиленовыми*.

Как вы видите, этилен несколько беднее водородом, чем соответствующий ему предельный углеводород этан C_2H_6 . Каким же образом сохраняется четырехвалентность атомов углерода в молекуле этилена?

В молекуле этилена и других алкенов атомы углерода, образующие двойную связь, находятся в состоянии sp^2 -гибридизации. В этом случае из четырех орбиталей атома углерода (в возбужденном состоянии) гибридизации подвергаются одна s - и две p -орбитали (рис. 22), кото-

Сегодня на уроке:

- продолжим ознакомление со строением и гомологами алкенов.

Ключевые понятия

- этиленовые углеводороды
- строение
- гомологи

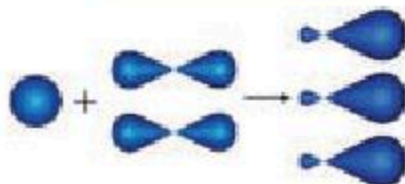
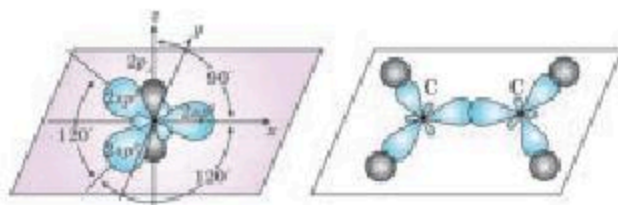


Рис. 22. sp^2 -гибридизация атомов углерода в этилене



Расположение орбиталей атома углерода в состоянии sp^2 -гибридизации

Схема образования σ -связей в молекуле этилена

Рис. 23. Схема образования связей в молекуле этилена

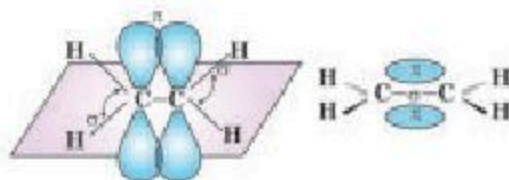


Рис. 23. Схема образования связей в молекуле этилена

рые располагаются под углом 120° в одной плоскости. Одна оставшаяся негибридной $2p$ -орбиталь ориентирована перпендикулярно этой плоскости (рис. 23).

При образовании молекулы этилена sp^2 -гибридные орбитали атомов углерода образуют одну σ -связь C—C и четыре σ -связи C—H.

Негибридная $2p$ -орбиталь одного атома углерода перекрывается с $2p$ -орбиталью второго атома углерода. В результате их бокового перекрывания над и под плоскостью p -орбиталей образуется еще одна связь. Такую связь, как вам известно, называют π -связью. Плоскость π -связи перпендикулярна плоскости σ -связей (рис. 23).

Следовательно, двойная связь C=C в молекуле этилена образована одной σ -связью и одной π -связью. На рис. 24 представлены модели молекулы этилена.

Структурная и электронная формулы этилена могут быть изображены так:

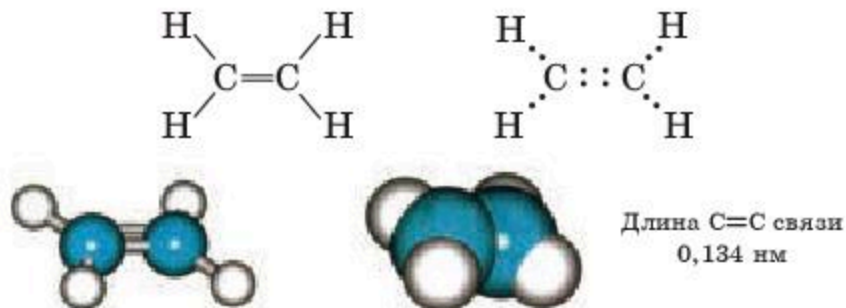
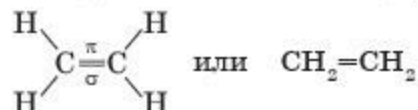


Рис. 24. Модели молекулы этилена



Двойная связь короче и прочнее простой связи $l_{C-C} = 0,134$ нм.

Для удобства π -связь отмечается черточкой над σ -связью C—C. Например, молекула этена может быть записана следующим образом:



По своей природе π -связь резко отличается от σ -связи; π -связь менее прочная вследствие перекрывания электронных облаков вне плоскости молекулы. Под действием реагентов π -связь легко разрывается.

Наличие между атомами углерода двух химических связей существенно сказывается на строении и свойствах алкенов.

Изомерия и номенклатура. Гомологический ряд алкенов начинается с этена (этилена). Последующие члены ряда образуются прибавлением к этену гомологической разности CH_2 . Названия алкенов производятся от названий соответствующих алканов замещением суффикса *-ан* на *-ен* или на *-илен* (табл. 8).

Таблица 8

Номенклатура алкенов

Молекулярная формула алкена	Название алкена	
	Международная номенклатура	Тривиальное (традиционное)
C_2H_4	Этен	Этилен
C_3H_6	Пропен	Пропилен
C_4H_8	Бутен	Бутилен
C_5H_{10}	Пентен	Амилен

Одновалентный радикал этилена $\text{CH}_2=\text{CH}$ называется *винилом*.

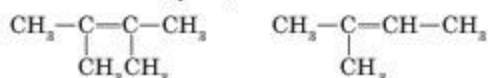
Общая формула алкенов: C_nH_{2n} .

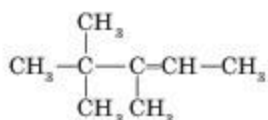
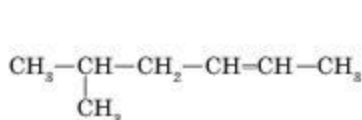


- Какие углеводороды называются непредельными? Напишите общую формулу гомологического ряда алкенов.
- Назовите тип гибридизации и углы между орбиталями атома углерода: а) sp^3 ; б) sp^2 . Каковы различия между π - и σ -связями?
- Заполните таблицу (в тетради).

Признаки сравнения	Этан	Этилен
Валентные углы		
Расстояние между центрами атомов углерода		
Геометрическое строение молекулы		

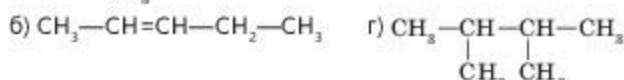
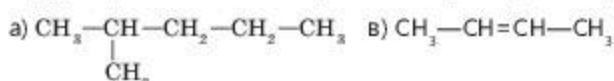
- Назовите следующие алкены:





5. Напишите структурные формулы следующих алкенов:
- а) транс-5-метилгептен-2; г) 2,4,4-триметилпентен-2;
 б) 2,5-диметилгексен-1; д) 2-метил-3,6-диэтилоктен-4;
 в) 2,3-диметилбутен-2; е) 3-этилгексен-3.
- Укажите, какие из этих веществ изомерны между собой.

6. Среди перечисленных веществ выберите: 1) изомеры; 2) гомологи:



К каким классам углеводородов относятся указанные вещества?

7. Напишите структурные формулы углеводородов разных классов, отвечающих формуле C_7H_{14} , и дайте им названия.

§ 14. ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА АЛКЕНОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Сегодня на уроке:

- познакомимся со способами получения алкенов и их свойствами.

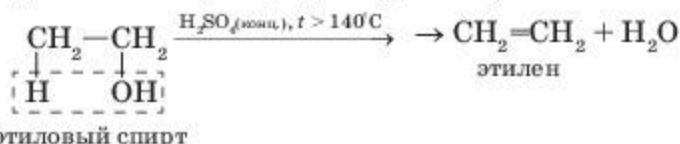
Ключевые понятия

- получение алкенов
- гидрирование
- галогенирование
- качественная реакция
- реакция гидрогалогенирования
- гидратация
- полимеризация

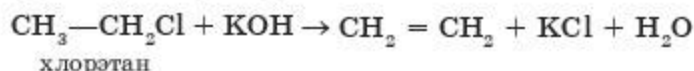
Получение. Алкены не встречаются в природе в свободном состоянии. Их можно получить лишь в результате химических превращений.

Лабораторный способ.

1. Реакция дегидратации — процесс отщепления молекул воды — происходит при нагревании (до 140°C) спиртов в присутствии водоотнимающих средств (рис. 26):



2. Получение из галогенопроизводных алканов действием на них спиртового раствора щелочи, например:

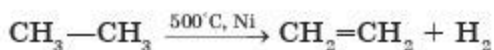
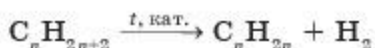


Промышленный способ.

1. Из предельных углеводородов при термическом разложении (крекинг) нефти и природного газа, например:



2. Дегидрирование алканов в присутствии катализаторов:



Физические свойства. У этиленовых углеводородов физические свойства закономерно изменяются в гомологическом ряду, как и у предельных углеводородов (табл. 9).

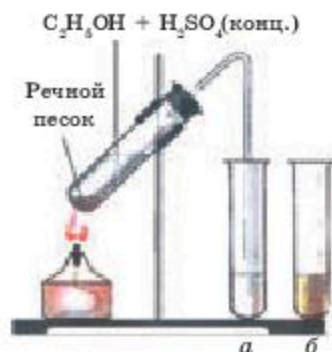


Рис. 25. Получение этилена в лаборатории: а — взаимодействие этилена с бромной водой; б — пробирка с бромной водой до опыта

Таблица 9

Физические свойства алкенов

Название	Формула	Агрегатное состояние при н. у.	$t_{\text{пл.}}$	$t_{\text{кип.}}$
Этилен (этен)	C_2H_4	Газы	-169,2	-103,8
Пропилен (пропен)	C_3H_6		-185,2	-47,7
Бутилен (бутен-1)	C_4H_8		-185,3	-6,3
Амилен (пентен-1)	C_5H_{10}	Жидкости	-165,2	+30,1
Гексилен (гексен-1)	C_6H_{12}		-139,8	+63,5
Гептилен (гептен-1)	C_7H_{14}		-119	+93,6
Октилен (октен-1)	C_8H_{16}		-101,7	+121,3
Нонилен (нонен-1)	C_9H_{18}		-81,4	+146,9
Децилен (децен-1)	$\text{C}_{10}\text{H}_{20}$		-66,3	+170,6

Этилен — бесцветный газ с очень слабым сладковатым запахом, немного легче воздуха, малорастворим в воде.

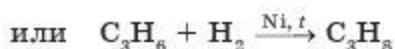
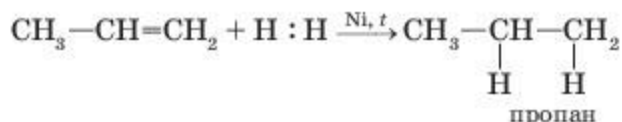
Алкены малорастворимы в воде, хорошо растворяются в органических растворителях. Все они хорошо горят.

Химические свойства углеводородов ряда этилена. Алкены обладают большей реакционной способностью, чем алканы. Это обусловлено наличием в их молекулах двойной связи.

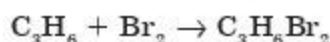
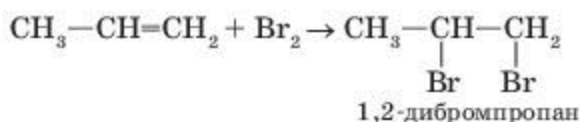
Характерными реакциями алкенов являются реакции присоединения по двойной связи.



Гидрирование. Реакция гидрирования — это присоединение водорода к ненасыщенным углеводородам. В результате гидрирования алкенов происходит полное насыщение атомов углерода атомами водорода и образуются предельные углеводороды. Реакция гидрирования протекает в присутствии металлических катализаторов (Ni, Pt):

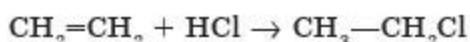


Реакция галогенирования. Галогены легко присоединяются к алкенам по месту разрыва р-связи с образованием дигалогенопроизводных алканов:



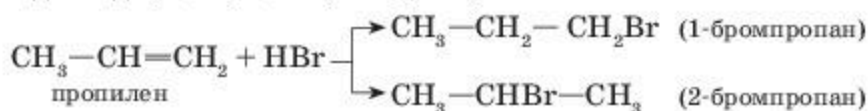
При взаимодействии с алкенами бромная вода (раствор Br_2 в воде) обесцвечивается. Поэтому реакция с бромной водой является качественной реакцией на все непредельные углеводороды, в том числе на алкены.

Реакция гидрогалогенирования. Алкены легко присоединяют галогеноводороды (HF , HCl , HBr , HI), в результате образуются галогеналканы. Например:



Хлорэтан — жидкость, легко превращающаяся в газ. Если налить хлорэтан на руку, он быстро испаряется и можно почувствовать сильное охлаждение. Поэтому его применяют в медицине для местной анестезии.

Присоединение галогеноводородов к несимметричным алкенам может происходить двумя путями, например:



При этой реакции преимущественно образуется 2-бромпропан.

Реакция протекает по *правилу Марковникова*:

Водород галогеноводорода присоединяется к тому атому углерода при двойной связи, который содержит наибольшее количество атомов водорода.

**Марковников Владимир Васильевич
(1837—1904)**

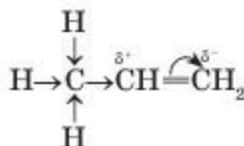
Русский химик-органик. Сформулировал (1869) правила о направлении реакций замещения, отщепления, присоединения по двойной связи и изомеризации в зависимости от химического строения. Исследовал состав нефти, заложил основы нефтехимии как самостоятельной науки.

Открыл новый класс органических веществ — циклопарафины.

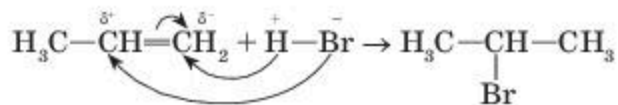


Механизм присоединения по правилу Марковникова.

Электроотрицательность углерода больше, чем у водорода, поэтому в метильной группе CH_3 на атоме углерода создается повышенная электронная плотность. В связи с этим атом углерода метильной группы отталкивает от себя общую электронную пару ковалентной связи $\text{C}-\text{C}$. От такого электронного вторжения π -связь смещается к крайнему атому углерода, что ниже показано изогнутой стрелкой. В результате смещения крайний углеродный атом приобретает частичный отрицательный заряд (δ^-), а соединенный с ним двойной связью атом углерода — частичный положительный заряд (δ^+):

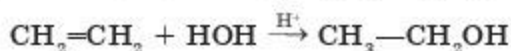


При присоединении галогеноводорода (HGal) ион водорода H^+ присоединяется к крайнему атому углерода, обладающему частичным отрицательным зарядом. А галоген (в этом случае ион брома Br^-) присоединяется к атому углерода с положительным зарядом:

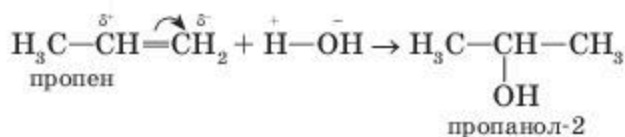


Отметим, что одновременно образуется и 1-бромпропан, но с гораздо меньшим выходом.

Гидратация. Присоединение воды к этену с образованием этилового спирта имеет важное промышленное значение. Реакция протекает в присутствии кислотных катализаторов (H_2SO_4 , H_3PO_4):



В случае несимметричных алкенов реакция в основном протекает по правилу Марковникова:

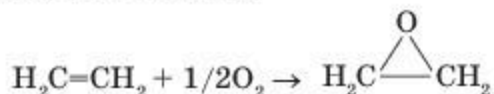


Окисление. Алкены легко окисляются, например, при пропускании этилена через разбавленный раствор перманганата калия KMnO_4 , образуется двухатомный спирт — этиленгликоль:



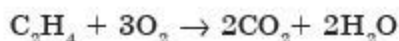
В результате этой реакции фиолетовая окраска раствора KMnO_4 исчезает, поэтому эта реакция является второй *качественной реакцией* на непредельные соединения.

Неполное окисление. Если смешать алкен с кислородом и пропустить эту смесь над нагретым до 200°C серебряным катализатором, то образуется оксид алкена (эпоксиалкан):



Оксид этилена применяют для производства уксусного альдегида, синтетических моющих средств, лаков, пластмасс, синтетических качуков и волокон, косметических препаратов и многих других продуктов.

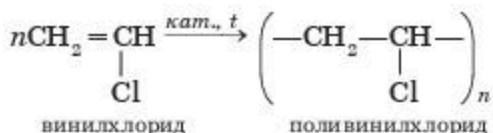
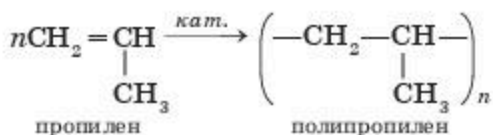
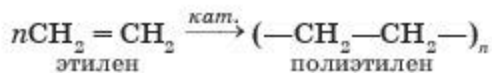
Горение. Горение — это процесс полного окисления. Алкены горят подобно алканам:



В отличие от метана, этилен горит светящимся пламенем, что обусловливается повышенным содержанием в нем углерода.

Полимеризация.

Для ненасыщенных соединений характерны реакции полимеризации. При этом соединение молекул происходит по месту разрыва двойных связей.





Применение. Алкены являются важнейшими исходными веществами в современном органическом синтезе. Используются в производстве полиэтилена, этилового спирта, этиленгликоля, дихлорэтана. Этен ускоряет созревание овощей и фруктов. Области применения этилена представлены на рис. 26.

Пропен перерабатывается в полипропилен, ацетон, изопропиловый спирт. Из бутенов производится синтетический полибутадиеновый каучук.

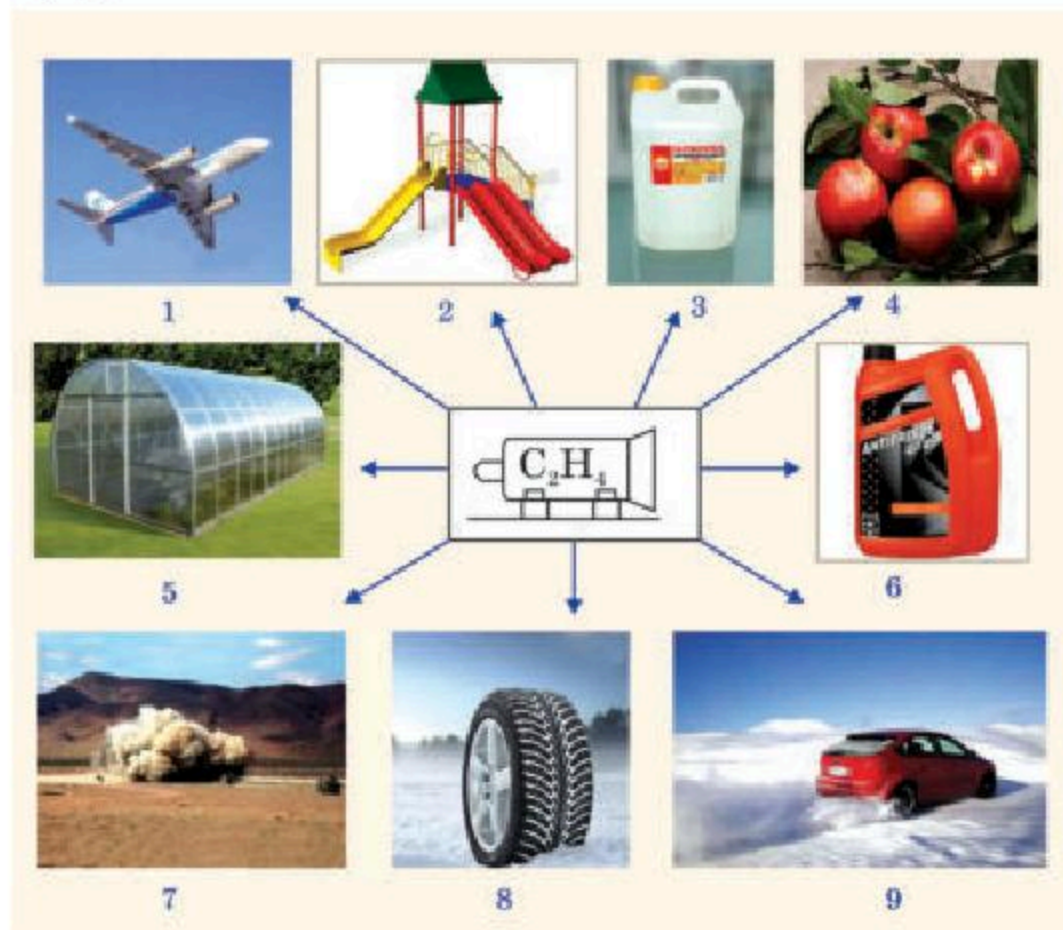


Рис. 26. Применение этилена:

1-получение высококачественного топлива; 2,5- производства полиэтилена; 3-растворителей; 4-для быстрого созревания овощей и плодов; 6,9- получение антифризов; 7- взрывчатых веществ; 8- бутадиенового каучука



Алкены обладают большей реакционной способностью, чем алканы. Это обусловлено наличием в их молекулах двойной связи. Характерными реакциями алкенов являются реакции присоединения по двойной связи.

Знаешь ли ты?

Алкены действуют на организм по типу наркотических средств. Высшие алкены вызывают судороги, раздражают слизистую оболочку дыхательных путей, нарушают кровообращение, вызывают невроты, сонливость.

Почему растения растут вверх?

Растения выделяют газы, один из которых этилен C_2H_4 . Этот газ легче воздуха, а значит, устремляется вверх. Видимо, рецепторы это улавливают и указывают, куда расти. Доказательством сказанного могут быть опыты, когда растения покрывали салициловой кислотой, которая препятствует выделению этилена, и стебли росли в других направлениях.



1. Объясните утверждение "Химическая активность алкенов определяется наличием π -связей". Какие реакции характерны для алкенов?
 2. Почему непредельные углеводороды не используются в качестве топлива?
 3. Предложите способ очистки этана от примесей этилена. Напишите уравнения соответствующих реакций.
 4. Какие реакции являются качественными реакциями на алкены? Напишите уравнения этих реакций.
 5. Проведите генетическую связь алканов с алкенами. Приведите примеры. Покажите важное практическое значение превращений этих углеводородов.
 6. Гидрирование бутена-1 — обратимая реакция. Как изменится равновесие этой реакции: а) с повышением температуры; б) с повышением концентрации водорода?
 7. Напишите уравнение реакции гидробромирования бутена-1. Сформулируйте правило Марковникова.
 8. Почему в отличие от этана этилен на воздухе горит светящимся пламенем?
 9. Осуществите превращения:
 $C_2H_4 \rightarrow C_2H_6 \rightarrow C_2H_5Cl \rightarrow C_2H_4 \rightarrow CO_2$
1. Вспомните закон объемных (кратных) отношений. Рассчитайте без калькулятора, какой объем кислорода потребуется для полного сгорания 5 л бутена:
а) 1 л; б) 10 л; в) 20 л; г) 30 л.
 2. Смесь из 10 л (н.у.) этилена и 15 л (н. у.) водорода пропустили над нагретым никелевым катализатором. Ответьте на вопросы:
1) Сколько литров водорода осталось в избытке?
2) Какой объем этана образовался?
3) Каков будет объем газовой смеси после реакции?
Ответ: 1) 5 л; 2) 10 л; 3) 15 л.
 3. При взаимодействии 0,28 г алкена с бромом получилось 1,88 г продукта реакции. Какой алкен участвовал в реакции?
Ответ: C_2H_4 .
 4. Из этилена получили этиловый спирт массой 55,5 г, что составляет 80% от теоретически возможного. Определите массу исходного этилена.
Ответ: 42,2 г.
 5. При сгорании 4,2 г вещества образуется 13,2 г оксида углерода (IV) и 5,4 г воды. Плотность паров этого вещества по воздуху 2,9. Определите состав молекулы углеводорода.
Ответ: C_6H_{12} .

§ 15. АЛКАДИЕНЫ (ДИЕНОВЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ)

Алкадиены, или диеновые углеводороды, — непредельные углеводороды, содержащие в молекуле две двойные связи.

Поскольку в молекуле диенов появляется еще одна двойная связь, они должны содержать на два атома водорода меньше, чем алкены. Общая формула диеновых углеводородов: C_nH_{2n-2} , где $n > 3$.

В зависимости от взаимного расположения двойных связей диены делятся на три группы (табл. 10).

По систематической номенклатуре диеновые углеводороды называют так же, как и этиленовые, но только вместо суффикса *-ен* употребляют *-диен*. Положение каждой двойной связи обозначают цифрой.

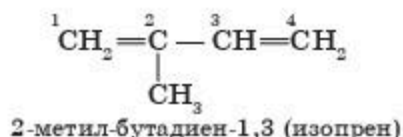
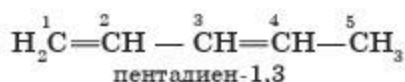
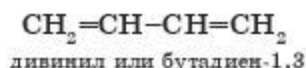


Таблица 10

Классификация диеновых углеводородов

Тип диена	Взаимное расположение двойных связей	Примеры
Кумулированные	Две двойные связи находятся рядом	$\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}_2$ Пропадиен
Сопряженные	Двойные связи разделены одной одинарной связью	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ Бутадиен-1,3
Изолированные	Двойные связи разделены двумя или более одинарными связями	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ Пентадиен-1,4

При построении названия симметричных диенов их рассматривают как состоящие из двух радикалов — дивинил:



Наибольшее практическое значение имеют сопряженные диены, например, бутадиен-1,3 и 2-метил-бутадиен-1,3 (изопрен) — важнейшие мономеры для производства синтетического каучука, вырабатываются в промышленности в большом количестве.

Сегодня на уроке:

- познакомимся с алкадиенами.

Ключевые понятия

- алкадиены
- строение
- номенклатура
- изомерия
- получения
- свойства
- применение

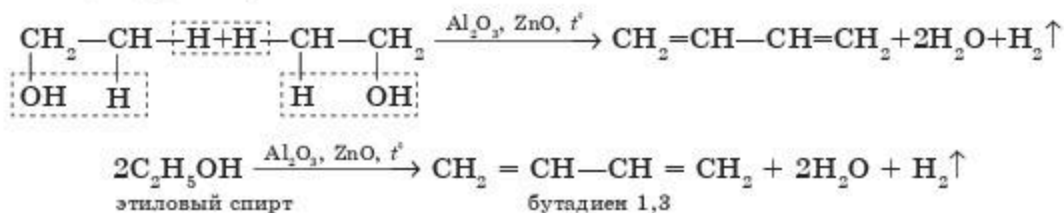




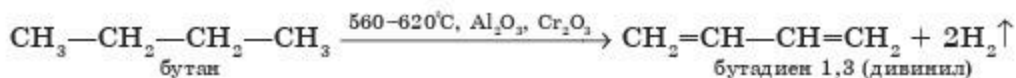
Сергей Васильевич Лебедев
(1874—1934)

Русский химик, академик. Основные исследования посвящены полимеризации, изомеризации и гидрированию непредельных соединений. Получил синтетический каучук полимеризацией бутадиена-1,3 под действием натрия.

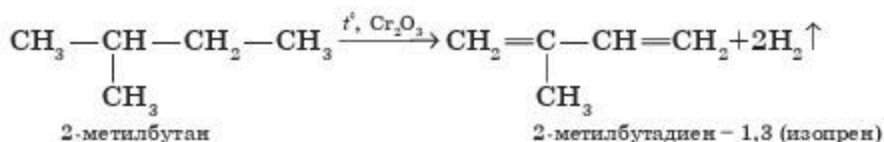
Получение. В 1932 г. академик С. В. Лебедев разработал каталитический способ получения бутадиена из этилового спирта. При пропускании паров спирта над катализатором происходит одновременное отщепление молекул воды (дегидратации) и водорода (дегидрирования) от молекул спирта:



В настоящее время простейшие диены с сопряженными связями в промышленности получают дегидрированием алканов, содержащихся в нефтяных газах. Для этой цели бутан пропускают над нагретым катализатором:



Изопрен получают дегидрированием 2-метилбутана, который содержится в нефтяных газах и нефти. В качестве катализатора используется оксид хрома (III) Cr_2O_3 :

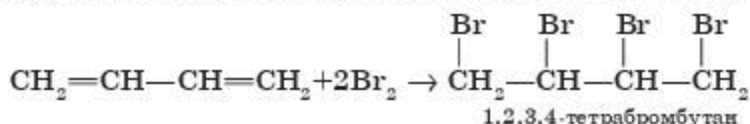


Физические свойства. Бутадиен при обычных условиях — газ, при $-4,5^\circ\text{C}$ превращается в жидкость, имеет характерный неприятный запах. Изопрен — летучая жидкость, кипящая при температуре $34,1^\circ\text{C}$, с неприятным запахом.

Химические свойства. Химические свойства алкадиенов определяются наличием в их молекулах двойных связей. Подобно алкенам, алкадиены



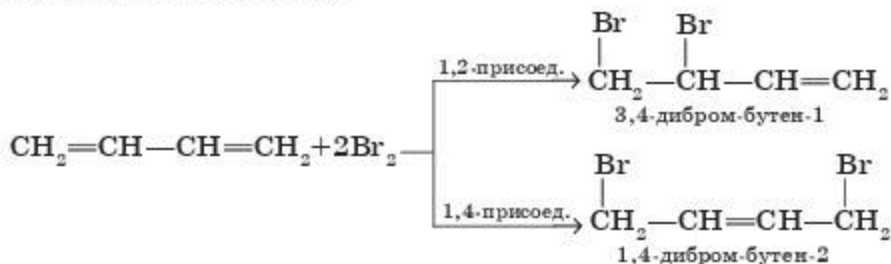
присоединяют водород, галогены, галогеноводороды, воду, причем 1 моль алкадиена присоединяет по 2 моль этих реагентов. Например, при пропускании бутадиена через бромную воду ее бурая окраска быстро исчезает. Образуются продукты присоединения по обоим двойным связям:



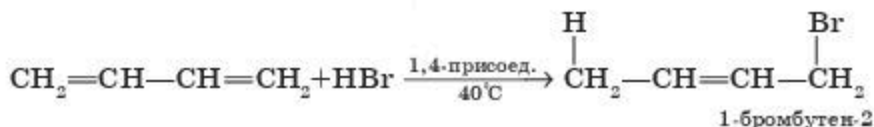
Если на 1 моль бутадиена взять 1 моль брома, то образуется смесь двух продуктов: 1,4-дибромбутена-2 и 1,2-дибромбутена-2.

У алкадиенов реакции присоединения могут протекать по двум направлениям:

- 1) по месту разрыва одной двойной связи (1,2-присоединение);
- 2) с присоединением к концам молекулы и разрывом двух двойных связей (1,4-присоединение):



Галогеноводороды присоединяются к сопряженным алкадиенам преимущественно в положения-1,4:



Преимущественное протекание реакции по тому или иному пути зависит от конкретных условий.

Применение диенов. Производные бутадиена-1,3 и 2-метил-бутадиена-1,3 (изопрен) — важнейшие мономеры для производства синтетического каучука, вырабатываются в промышленности в большом количестве. Из каучука получают резинку.

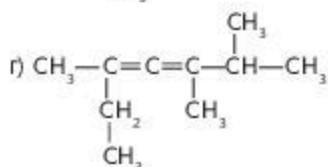
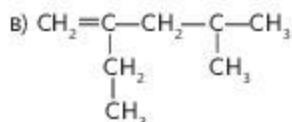
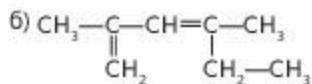


Алкадиены, или диеновые углеводороды, — непредельные углеводороды, содержащие в углеродной цепи молекулы две двойные связи. Общая формула диенов $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$. Они легко вступают в реакции присоединения.

Наибольшее практическое значение имеют бутадиен-1,3 и 2-метил-бутадиен-1,3 (изопрен) — важнейшие мономеры для производства синтетического каучука.



1. Какие углеводороды называют *диеновыми*?
2. Перечислите качественные реакции на двойные связи.
3. В чем сходство химических свойств диеновых и этиленовых углеводородов?
4. Как химическим путем отличить бутадиен от бутана?
5. Напишите и назовите изомеры неразветвленных алкадиенов состава C_5H_8 . Отметьте изомеры с изолированными и сопряженными связями.
6. Назовите вещества, укажите тип диенового углеводорода:



7. Какие продукты получаются в результате взаимодействия: а) 2-метил-пентадиена-1,3 с хлороводородом; б) 2-метилгексадиена-1,3 с бромом. Назовите их.
 8. Напишите уравнение реакции дегидрирования 2-метилбутана. Какие промежуточные продукты при этом образуются?
 9. Присоединение бромоводорода к бутадиену 1,3 протекает по правилу Марковникова. Напишите уравнение реакции присоединения HBr к бутадиену 1,3.
- 1. Какой объем водорода потребуется для полного гидрирования 5,6 л бутадиена (н. у.)?
Ответ: 11,2 л.
 - 2. Определите степень полимеризации изопренового каучука со средней относительной молекулярной массой, равной 500 000.
Ответ: 9259.
 - 3. Какой объем (н. у.) хлора потребуется для получения тетрахлорида $C_nH_{2n-2}Cl_4$ из 10,8 г диенового углеводорода C_nH_{2n-2} , если известно, что на бромирование одной двойной связи в 10,8 г этого диена пошло 32 г брома?

Ответ: 8,96 л.



Рис. 27. Природный каучук

растянуты, как у полиэтилена, а свернуты в клубок, но если приложить усилие, макромолекулы растягиваются. Этим и объясняется *эластичность* каучука.

При нагревании каучук теряет эластичность, так как макромолекулы изменяют ориентацию и не могут вернуться в первоначальное состояние (рис. 28).



Рис. 28. Макромолекулы изопренового каучука: а) до нагревания; б) после нагревания

Средняя молекулярная масса каучука колеблется от 150 000 до 500 000.

Физические свойства. Природный каучук — аморфное, способное кристаллизоваться твердое тело.

Каучук в воде практически не растворяется. В этиловом спирте его растворимость небольшая, а в сероуглероде, хлороформе и бензине он сначала набухает, а затем растворяется. Теплопроводность каучука в 100 раз меньше, чем теплопроводность стали. Каучук — хороший диэлектрик, он имеет низкую водопроницаемость и газопроницаемость.

Сырой каучук имеет низкую прочность и очень липкий, особенно при нагревании, а на морозе становится твердым и хрупким, поэтому для изготовления различных изделий в сыром виде каучук непригоден. Свои ценные свойства он приобретает при вулканизации.

Вулканизация каучука. Вулканизация — процесс преобразования сырого каучука в резину путем нагревания (130—140°C) его с серой (2—3% от массы каучука). Вулканизированный каучук называют *резиной*.



Сущность вулканизации заключается в образовании новых поперечных связей между полимерными цепями. Происходит сшивание полимерных цепей за счет сульфидных мостиков (рис. 29), что приводит к увеличению прочности, устойчивости к истиранию, к действию органических растворителей и других веществ:

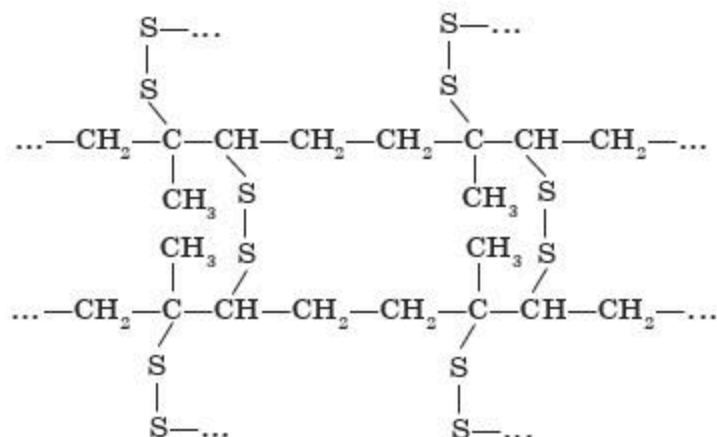
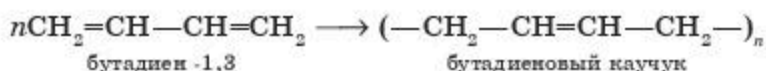


Рис. 29. Схема строения вулканизированного каучука

В качестве наполнителей используют различные красители. Присоединение к каучуку 30—50% серы приводит к образованию жесткого неэластичного материала — *эбонита*. Он представляет собой твердое вещество и является хорошим электрическим изолятором.

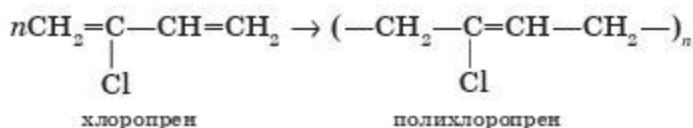
Синтетический каучук. После того как был определен состав и доказано строение природного каучука, ученые пришли к выводу, что он может быть получен полимеризацией 2-метилбутадиена-1,3 или другого аналогичного алкадиена. Впервые этот вопрос решил русский химик С. В. Лебедев (1932 г.). Он разработал промышленный метод синтеза и полимеризации бутадиена-1,3:





Однако этот полимер был нестереорегулярным, и поэтому резина, полученная на его основе, была менее эластичной, чем резина природного каучука. Стереорегулярные полимеры, в том числе и изопреновые, были получены лишь в 50-х годах XX в.

Полимеризацией 2-хлорбутадиена-1,3 получают хлоропреновый каучук:



Хлоропреновый каучук практически негорюч, обладает хорошей химической стойкостью.

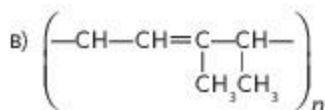
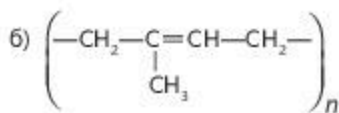
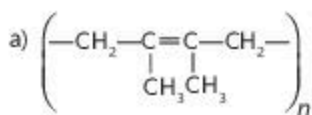
В настоящее время в мире ежегодно производится более 10 млн. тонн каучука разных типов, причем 2/3 составляет синтетический каучук.



Каучук — делится на природный и синтетический. Природный, или натуральный, каучук получают из природного сырья — сока дерева гевеи. Синтетические каучуки являются продуктами полимеризации диеновых углеводородов и их производных содержится в млечном соке некоторых растений. В настоящее время в мире ежегодно производится более 10 млн. тонн каучука разных типов, причем 2/3 составляет синтетический каучук.



1. Что означает слово "каучук"? Объясните причину эластичности природного каучука.
2. Каково строение натурального каучука?
3. К какому классу углеводородов относится изопрен?
4. В соке тропических деревьев встречается полимер, элементарным звеном которого является транс-изопреновый фрагмент. Он называется *гуттаперча*. Напишите уравнение реакции полимеризации изопрена с образованием гуттаперчи.
5. Какой процесс называют *вулканизацией каучука*? Какие продукты при этом получают?
6. Напишите структурные формулы мономеров для следующих полимеров и назовите эти мономеры.



- 1. Хлоропрен (2-хлор-бутадиен-1,3) легко полимеризуется, образуя хлоропреновый каучук. Напишите схему полимеризации хлоропрена. Определите массу полимера, полученного из 18 моль хлоропрена с выходом 85%.

Ответ: 1354 г.

- 2. Какую массу 2-метилбутана необходимо подвергнуть каталитическому дегидрированию для получения 1 т синтетического каучука, если массовая доля выхода на стадии дегидрирования составляет 60%, а в процессе полимеризации — 95%.

Ответ: $\approx 1,9$ т.

Знаешь ли ты?

Долгое время спрос на каучук был мизерный. Даже в 1830 г. во всем мире использовали всего 25 т каучука. А сегодня? Чтобы современный автомобиль вышел из ворот завода, нужно 250 кг каучука; на каждый самолет в среднем уходит 600 кг, а на оборудование крупного военного корабля — почти 70 т каучука.

Знаешь ли ты?

Природа вырабатывает только один вид каучука, да и то в ограниченном количестве: самая урожайная гевея дает в один день около 20 г своих “слез”. Значит, чтобы получить 100 тыс. т натурального каучука, нужно обработать ни много ни мало 13 млн. деревьев.



Испытайте эластичность каучука и резины

Для этого следует измерить полоски каучука и резины, слегка их растянуть и повторно измерить. Сделайте вывод об эластичности этих веществ.

§ 17. АЛКИНЫ

Алкинами называются ненасыщенные углеводороды, молекулы которых содержат одну тройную связь. Общая формула алкинов $C_n H_{2n-2}$, где $n > 2$.

Строение. Ацетилен $C_2 H_2$ — основной представитель алкиновых углеводородов. По названию первого представителя алкиновых углеводородов — ацетилена — эти углеводороды называют *ацетиленовыми*.

Структурная и электронная формулы ацетилена изображены ниже:



Сегодня на уроке:

- познакомимся с алкинами.

Ключевые понятия

- алкины
- ацетилен
- строение
- изомерия
- номенклатура
- получения

Атомы углерода, между которыми образована тройная связь, находятся в состоянии sp -гибридизации (рис. 30). Это означает, что в гибридизации участвует одна s - и одна p -орбиталь, а две p -орбитали остаются негибридованными.

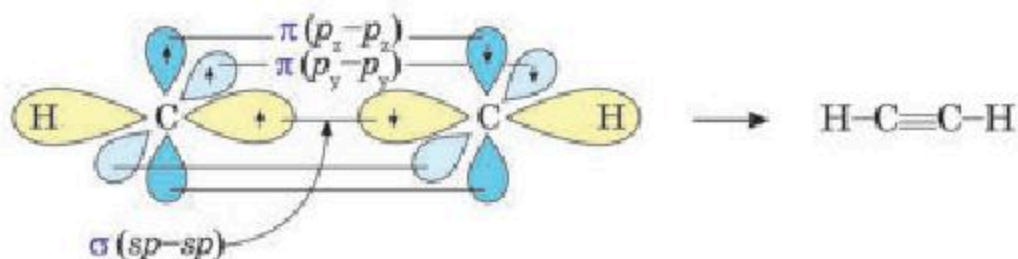


Рис. 30. Образование тройной связи

Перекрытие гибридных орбиталей приводит к образованию σ -связи, а за счет негибридованных p -орбиталей соседних атомов углерода образуются две π -связи. Таким образом, тройная связь состоит из одной σ - и двух π -связей. Все гибридные орбитали атомов, между которыми образована двойная связь, а также заместители при них (в случае этина — атомы водорода) лежат на одной прямой, а плоскости связей перпендикулярны друг другу (рис. 31).

Тройная углерод-углеродная связь длиной 0,120 нм короче двойной, энергия тройной связи больше, т. е. она является более прочной.

Пространственное расположение атомов в молекуле ацетилена можно показать с помощью моделей (рис. 32).

Изомерия и номенклатура. Алкины, как и другие углеводороды, имеют гомологический ряд. Гомологический ряд алкинов представлен в таблице 11.

В систематической номенклатуре ацетиленовые углеводороды называют, заменяя в названиях соответствующих алканов суффикс **-ан** на **-ин**: этан-этин, пропан-пропин и т.д.

Таблица 11

Гомологический ряд алкинов

Молекулярная формула алкина	Название алкина	
	Международная номенклатура	Тривиальное (традиционное)
C_2H_2	Этин	Ацетилен
C_3H_4	Пропин	Метилацетилен
C_4H_6	Бутин	Этилацетилен
C_5H_8	Пентин	Пропилацетилен
C_6H_{10}	Гексин	Бутилацетилен

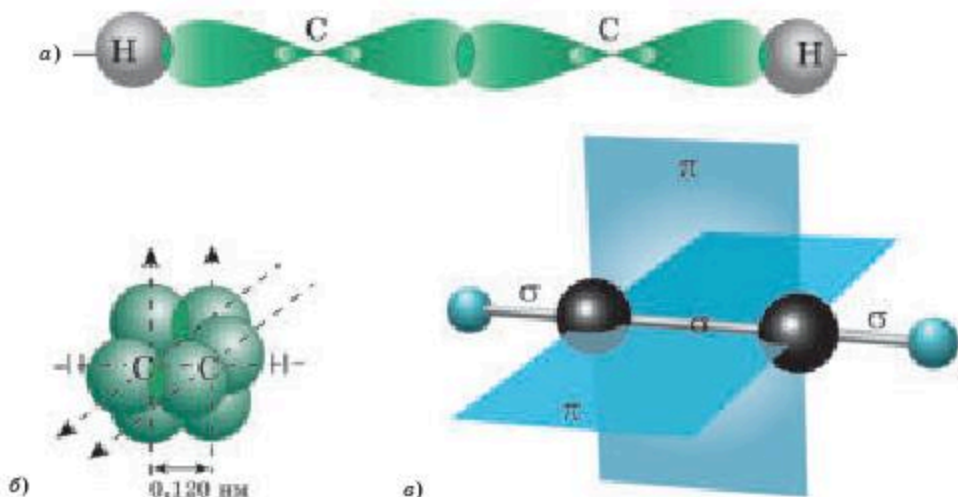
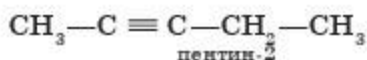
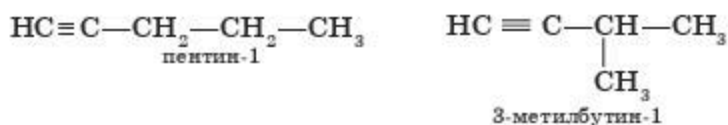


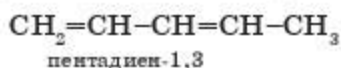
Рис. 31. а) схема образования σ -связи в молекуле ацетилена;
 б), в) схема строения π -связи в молекуле ацетилена

Нумерацию углеродной цепи начинают с той стороны, где ближе тройная связь и разветвления.

Существует два типа изомерии алкинов: изомерия положения тройной связи (углеродного скелета), изомерия цепи, межклассовая изомерия (с алкадиенами). Изомеры алкинов рассмотрим на примере пентина C_5H_8 :



Алкины изомерны другому классу соединений — алкадиенам:



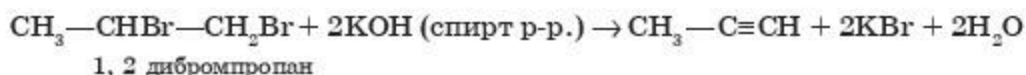
В силу особенности строения тройной связи для алкинов невозможна пространственная цис-транс-изомерия.



Рис. 32. Модели молекулы ацетилена

Получение.

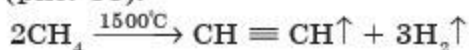
1. Общим способом получения алкинов является реакция дегидрогалогенирования отщепления двух молекул галогеноводорода от дигалогензамещенных алканов. Реакция происходит под действием спиртового раствора гидроксида калия:



2. При нагревании этана до 1200°C он разлагается на ацетилен и водород:



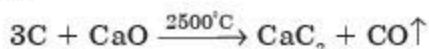
3. В промышленности ацетилен получают высокотемпературным пиролизом метана (рис. 33):



4. В лаборатории гидролизом карбида кальция:



Карбид кальция получают в электропечах при прокаливании кокса с негашеной известью:



Теоретически 1 кг чистого карбида кальция должен давать 348 л ацетилена. Практически же получают 290—300 л (при нормальном давлении и 15°C) сырого ацетилена.

4. Алкины можно получить дегидрированием соответствующих алканов:

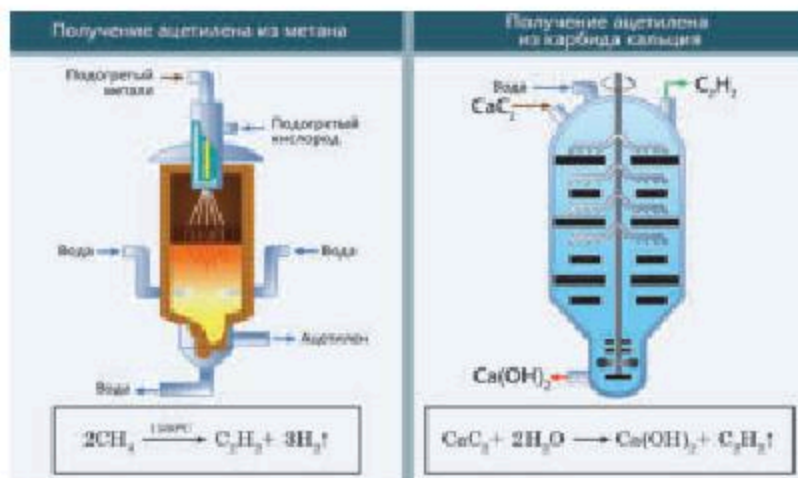
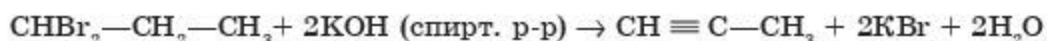


Рис. 33. Производство ацетилена



Алкины — непредельные углеводороды, содержащие в молекуле помимо одинарных связей одну тройную связь между атомами углерода и соответствующие общей формуле $C_n H_{2n-2}$.

Алкинам характерна изомерия положения тройной связи, изомерия цепи и межклассовая изомерия с алкадиенами. Алкины в природе не встречаются их в основном получают из алканов.



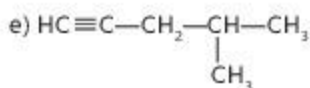
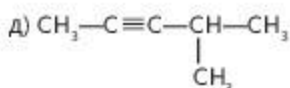
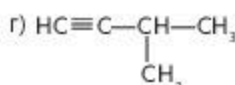
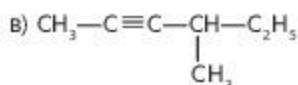
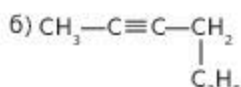
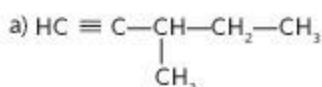
1. Какие углеводороды называют ацетиленовыми (алкинами). Приведите общую формулу данного гомологического ряда.

2. Распределите углеводороды по трем гомологическим рядам:



3. Напишите все возможные формулы изомеров углеводорода состава C_5H_8 , относящихся к классу алкинов.

4. Назовите следующие алкины по систематической номенклатуре:



5. Для углеводорода $HC \equiv C - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$ составьте по две формулы: а) гомологов; б) изомеров. Назовите все вещества по систематической номенклатуре.

6. Напишите структурные формулы следующих углеводородов: а) 3-метилпентина-1; б) 4,4-диметилгексина-2; в) 3,3,4,4-тетраметилгексина-1; г) 5,5-диметилгептина-3; д) 3-3-диметилбутина-1; е) гептина-1; ж) 4-метилпентина-2; з) 4-этилгексина-2.

§ 18. СВОЙСТВА АЛКИНОВ

Физические свойства ацетилена. Ацетилен, бесцветный газ, легче воздуха. Ацетилен способен растворяться во многих жидкостях. Но растворимость ацетилена в воде не высока. Ацетилен хранят в стальных баллонах.

Алкины по своим физическим свойствам напоминают соответствующие алкены. Низшие (от $C_2 - C_4$) — газы без цвета и запаха, имеющие более высокие температуры кипения, чем аналоги в алкенах (табл. 12). Алкины плохо растворимы в воде, лучше — в органических растворителях.

Сегодня на уроке:

- изучим свойства алкинов.

Ключевые понятия

- алкины
- ацетилен
- физические свойства
- химические свойства
- применения

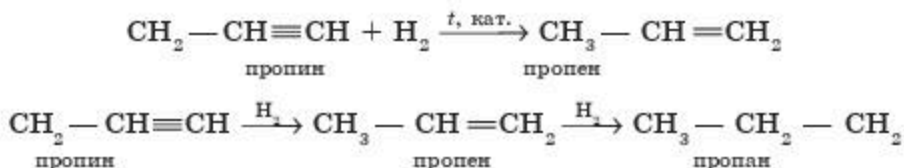
Физические свойства некоторых алкинов

Название	Формула	$t_{пл}, ^\circ\text{C}$	$t_{кип}, ^\circ\text{C}$
Этин	$\text{HC}\equiv\text{CH}$	-81,8	-75
Пропин	$\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$	-101,5	-23
Бутин-1	$\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	-125,9	8,1
Пентин-1	$\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	-90,0	39,3
Гексин-1	$\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	-132,4	71,4

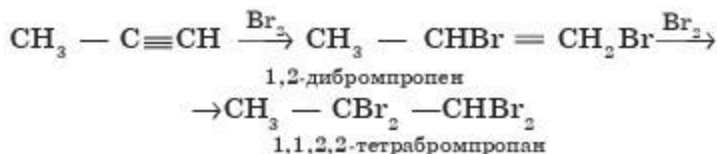
Химические свойства алкинов. Ацетилен и его гомологи химически активные вещества. Причина этой активности связана с тройной связью, поэтому для алкинов, как и для алкенов, характерны реакции присоединения.

Реакции присоединения. В этих реакциях алкины присоединяют не одну, а две молекулы реагента (водорода, галогена, галогеноводорода). При реакции присоединения тройная связь вначале переходит в двойную, а затем в простую (σ -связь). Кроме реакций присоединения ацетиленовые углеводороды вступают в реакции полимеризации, замещения и окисления.

1. **Гидрирование.** Реакция протекает в присутствии катализатора (Ni, Pt, Pd). При гидрировании алкинов сначала образуется алкен (разрывается первая π -связь), а затем алкан (разрывается вторая π -связь):



2. **Галогенирование.** Аналогично происходит присоединение галогенов.

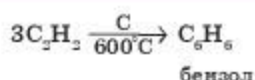


3. **Гидрогалогенирование.** Галогеноводороды присоединяются к тройной связи труднее, чем к двойной. Для активации галогенводорода используют AlCl_3 :

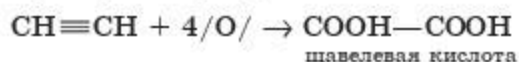


**Михаил Григорьевич Кучеров
(1850–1911)**

Русский химик-органик. Основные работы посвящены изучению непредельных углеводородов. В 1881 г. Кучеров открыл метод гидратации соединений ацетиленового ряда в присутствии ртутных солей (Реакция Кучерова).



Реакция окисления. Ацетилен очень чувствителен к окислителям при пропускании через раствор перманганата калия — KMnO_4 :



Обесцвечивание раствора перманганата калия используется как качественная реакция на тройную связь.

Ацетилен горит в кислороде с выделением очень большого количества теплоты:



Это свойство используется в ацетиленовой горелке, пламя которой имеет очень высокую температуру (3000°C), что позволяет использовать его для резки и сварки металлов (рис. 34).

При неполном горении ацетилена образуется углерод (сажа).



а)



б)

Рис. 34. а) горение ацетилена; б) ацетиленовая горелка

Ерден Нигметович Азербаяев
(1912—1975)

Казахстанский химик-органик. Первый казах — доктор химических наук. С именем Азербаяева связано становление и развитие различных направлений органической химии в Казахстане — углехимии, нефтехимии, химии ацетилена и тонкого органического синтеза. Проводил исследования в области синтеза новых производных ацетилена и их изомерных превращений. Изучал каталитическое окисление некоторых углеводородов мангышлакской нефти. Его работы в области углехимии послужили основой для строительства руднотермических комплексов в Темиртау и других районах страны. Азербаяев также проводил исследования по изысканию новых высокоэффективных пестицидов, лекарственных препаратов и других биологически активных соединений.



Реакции замещения. Алкины, у которых в молекуле есть концевая тройная связь (тройная связь у концевого атома углерода), могут

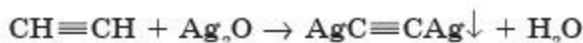


Рис. 35. Применение ацетилена

1 — для сварки и резки металла; для получения: 2 — поливинилхлорида; 3 — клея ПВА; 4, 7 — синтетического волокна; 5, 8 — каучука; 6 — растворителей



вступать в реакции замещения с соединениями металла (проявляют кислотные свойства). В результате образуются металлопроизводные ацетилена — *ацетилениды*. При действии на ацетилен аммиачным раствором оксида серебра образуется ацетиленид серебра (осадок серого цвета):



Эта реакция служит **качественной реакцией** на концевую тройную связь. Изучением алкинов занимался выдающийся казахстанский химик Е. Н. Азербайев. Его работы внесли огромный вклад в изучение ацетиленовых углеводородов.

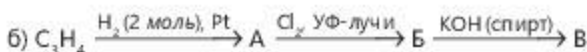
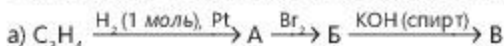
Применение. Алкины являются сырьем для производства большого количества органических соединений и материалов; альдегидов, кетонов, растворителей (тетрагалогенэтанов) исходных веществ для получения синтетических каучуков, поливинилхлоридных смол и др. (рис. 36).



Ацетилен и его гомологи, химически активные вещества. *Причина этой активности связана с тройной связью*, поэтому для алкинов характерны реакции присоединения. Кроме реакций присоединения, ацетиленовые углеводороды вступают в реакции полимеризации, замещения и окисления.



- Какие алкины можно получить при дегидрировании:
 - пропилена;
 - бутана;
 - бутена-2?
- Осуществите следующую цепочку превращений. Назовите соединения А, Б и В.



- Какая масса тетрахлорэтана образуется при взаимодействии ацетилена объемом 8 л и хлора объемом 14 л (н. у.)?

Ответ: 105 г.

- Какой объем природного газа, объемная доля метана в котором 97%, потребуется для получения ацетилена объемом 3800 м³, если степень превращения метана в ацетилен составляет 50%?

Ответ: 15 670 м³.

- При сжигании 4,96 г смеси пропана, пропена и пропиона образовалось 8,06 г углекислого газа (н. у.). Сколько граммов воды получилось при этом?

Ответ: 5,76 г.

- 4. Вычислите объем ацетилена (н. у.), который был получен из 500 г карбида кальция, содержащего 10% примесей, если выход полученного ацетилена составил 75% от теоретически возможного.

Ответ: 118,1 л.

Знаешь ли ты?

Ацетиленовые горелки давали в 15 раз больше света, чем обычные газовые фонари, которыми освещали улицы. Постепенно они были вытеснены электрическим освещением, но еще долго использовались в небольших фонарях на велосипедах, мотоциклах, в конных экипажах.

Знаешь ли ты?

Наличие ацетилена в атмосфере некоторых планет доказано. Так, на спутнике Титане, что вращается вокруг Сатурна, обнаружены громадные запасы ацетилена и водорода. При помощи автоматизированного аппарата “Кассини” был выполнен расчет количества соединений ацетилена и водорода на поверхности Титана. Низкие температуры на поверхности спутника ($-150\dots-180^{\circ}\text{C}$) приводят к тому, что по его поверхности текут метановые реки, которые собираются в ацетиленовых водоемах.

На Земле ацетилен в естественном виде существовать практически не может, поэтому хранится в специальных баллонах, часто смешиваемый с ацетоном (это уменьшает риск взрыва содержимого баллона).

Вода тушит любое пламя, но почему же у ацетилена оно видно под водой, а у других веществ — нет?

Для того чтобы ответить на вопрос, почему ацетилен горит под водой, проводился специальный эксперимент на большом водоеме. Бралось два баллона: первый — с кислородом, второй — с ацетиленом, а также ацетиленовая горелка, к которой подключались эти два баллона. Все это брал аквалангист и опускался под воду.

В ходе опыта было выяснено, что при сгорании ацетилена образуется крайне высокая температура (3000°C), и по этой причине вода очень быстро испаряется и получается очень большой пузырь. Именно в этом пузыре и видно пламя ацетиленовой горелки, которое не тушит вода.



Сегодня на уроке:

- изучим бензол и его гомологи.

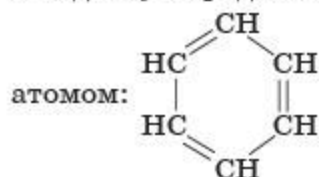
Ключевые понятия

- бензол
- гомологи бензола
- строение
- номенклатура
- изомерия
- получения

Ароматические углеводороды — это соединения, содержащие в молекуле одно или несколько бензольных ядер. Родоначальником класса ароматических углеводородов является бензол C_6H_6 . Общая формула гомологического ряда бензола C_nH_{2n-6} ($n > 6$).

Строение молекулы бензола. Первую структурную формулу бензола предложил немецкий ученый А. Кекуле (1865 г).

Он представил формулу бензола в виде правильного шестиугольника с чередующимися простыми и двойными связями, в котором каждый углеродный атом связан с водородным



или сокращенно, т. е. атомы углерода и водорода не указываются: В настоящее время формулу бензола изображают в виде шестиугольника с вписанной в него окружностью или используют формулу, предложенную А. Кекуле. Однако при действии на бензол бромной воды или раствора перманганата калия обесцвечивания не происходит, следовательно, в его молекуле нет двойных связей. Эта формула не полностью отражает строение бензола.



Согласно квантово-механической теории химических связей, все шесть атомов углерода в молекуле бензола находятся в состоянии sp^2 -гибридизации. Каждый атом углерода образует три σ -связи, которые находятся в одной плоскости под углом 120° . Каждое из шести не-

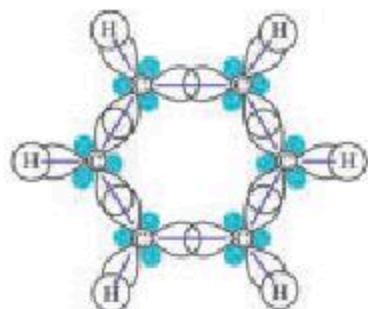


Рис. 36. Схема образования σ -связей в молекуле бензола

гибридизованных p -электронных облаков атомов углерода располагается перпендикулярно плоскости σ -связи, образуя единое π -электронное облако. Электронная плотность в π -электронном облаке распределена равномерно. Все связи между атомами углерода в бензоле равноценны между собой, длина их составляет 0,140 нм. Получается, что найденное расстояние в бензоле не соответствует ни одинарной (0,154 нм), ни двойной связи



Фридрих Август Кекуле (1829—1896)

Немецкий химик. Одновременно с Г. Кольбе развил представление о четырехвалентности углерода (1857). Доказал циклическое строение бензола (1865), применил к ароматическим соединениям теорию строения Бутлерова. Создал теорию ароматических соединений. Был одним из организаторов I Международного конгресса химиков в г. Карлсруэ.



(0,134 нм)! Это расстояние соответствует *полуторной* связи. Следовательно, в молекуле бензола нет чередующихся одинарных и двойных связей, а есть особая связь — полуторная, т.е. промежуточная между одинарной и двойной связями, поэтому в молекуле все связи равноценны и находятся на одинаковом расстоянии. Так, в молекуле бензола образуется химическая связь, которая носит название *ароматической связи*. Всего в молекуле бензола 12 σ -связей (рис. 37).

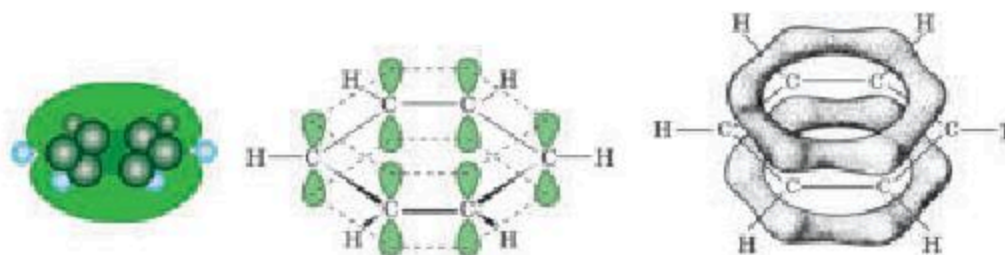
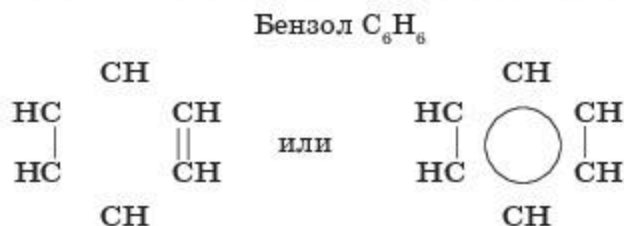


Рис. 37. Электронное строение молекулы бензола

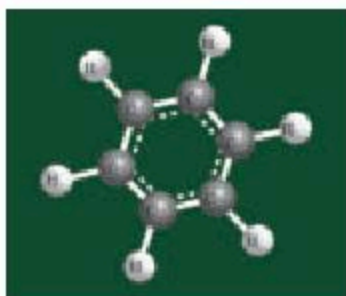
Чтобы показать равномерное распределение π -электронного облака в молекуле бензола, ее правильнее изображать в виде шестиугольника с вписанной в нее окружностью или пунктирной линией:



Модели молекулы бензола представлены на рисунке 38.



а)



б)

Рис. 38. а) объемная модель молекулы бензола; б) шаростержневая модель бензола



Рис. 39.
Шаростержневая модель толуола

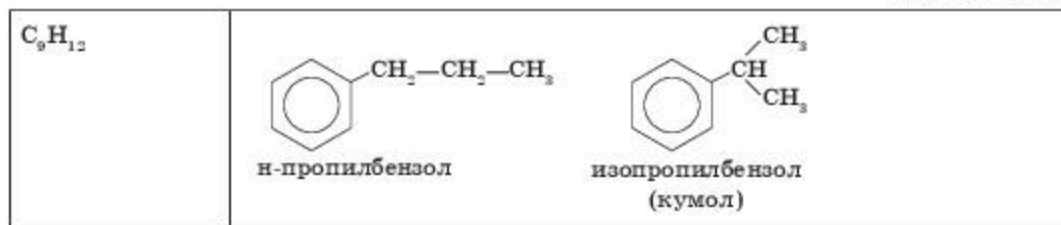
Номенклатура и изомерия гомологов бензола.

Ароматические углеводороды — производные ряда бензола — можно рассматривать как продукт замещения атомов водорода в молекуле бензола на одновалентные радикалы. Названия составляют из названий радикалов боковых цепей с добавлением окончания — *бензол*. Ближайшим гомологом бензола является метилбензол (толуол) (рис. 39). Для названия некоторых хорошо известных гомологов бензола используют тривиальные названия, например, толуол, кумол и т.д. Если с бензольным кольцом связано несколько заместителей, то не только называют их, но и указывают их относительное расположение. Для дизамещенных аренов обычно используют приставки *орто-(о-)*, *мета-(м-)* и *пара-(п-)* (табл. 13):

Таблица 13

Гомологи бензола

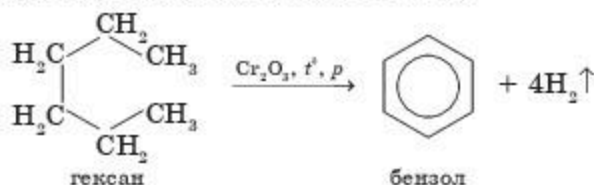
Формула арена	Название		
C_7H_8	Метилбензол Тoluол $C_6H_5CH_3$		
		или	
C_8H_{10}	1,2-диметилбензол <i>орто</i> -ксилол (о-ксилол)	1,3-диметилбензол <i>мета</i> -ксилол (м-ксилол)	1,4-диметилбензол <i>пара</i> -ксилол (п-ксилол)



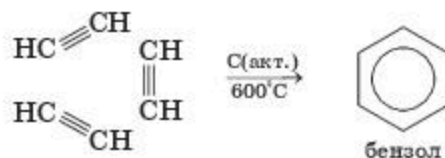
Для аренов характерна изомерия заместителей, а также характерна изомерия положения заместителей. Изомерия гомологов бензола начинается с этилбензола. Например, соединение C_8H_{10} может существовать в четырех изомерных формах: этилбензол $C_6H_5C_2H_5$, и три диметилбензола или ксилола (орто-, мета- и пара-ксилолы). Простейшие одновалентные арильные радикалы имеют общую формулу: C_nH_{2n-7} . Радикал бензола фенил C_6H_5 — один из радикалов толуола, бензил $C_6H_5CH_2$ —

Получение. Важнейшими источниками ароматических углеводородов являются каменноугольная смола и газы, образующиеся при коксовании угля и перегонке нефти.

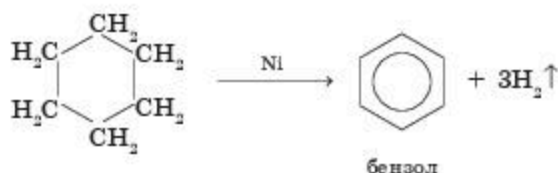
Ароматизация алканов. Предельные углеводороды, входящие в состав нефти, при пропускании над нагретым катализатором отщепляют водород и замыкаются в цикл. Этот процесс называется *ароматизацией*. При ароматизации гексана образуется бензол

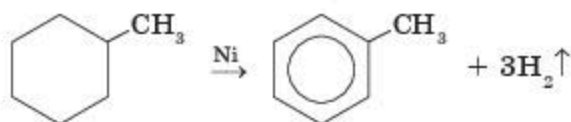


2. Синтез из ацетилена (тримеризация). Из темы “Алкины” вы уже знаете, что если пропускать ацетилен при нагревании над активированным углем, он превращается в бензол.



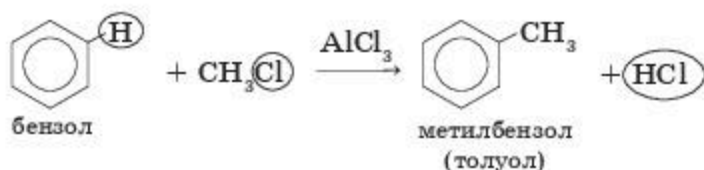
3. Из циклоалканов: русский ученый Н. Д. Зелинский доказал, что бензол можно получить из циклогексана, выделяемого из некоторых сортов нефти:





Поскольку в нефти содержится также производное циклогексана — метилциклогексан, то из него при этих же условиях образуется метилбензол.

4. Взаимодействием галогеналкилов с бензолом в присутствии катализатора AlCl_3 (реакция Фриделя — Крафтса) получают производные бензола:



К аренам относятся бензол и его гомологи. Гомологи бензола (арены), так же как и бензол, имеют в своем составе бензольное кольцо. Общая формула аренов $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$. Арены также получают дегидрированием соответствующих алканов и циклоалканов, тримеризацией ацетилена. Важнейшими источниками ароматических углеводородов являются каменноугольная смола и газы, образующиеся при коксовании углей и перегонке нефти.



1. Какие органические вещества называются ароматическими?
2. Из предложенного ряда веществ выпишите формулы ароматических углеводородов: C_7H_{14} ; C_9H_{20} ; C_7H_8 ; C_9H_{18} ; C_8H_{10} ; $\text{C}_{10}\text{H}_{14}$; $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$.
3. Постройте структурные формулы следующих гомологов бензола:
а) 1,2,3-триэтилбензол; б) 1,4-диэтилбензол; в) 1,2-диметил-4-этилбензол; г) *o*-метилэтилбензол; д) *n*-дипропилбензол.
4. Какие изомеры может иметь углеводород состава $\text{C}_6\text{H}_4(\text{C}_2\text{H}_5)_2$? Изобразите и назовите их структурные формулы.
5. Составьте и назовите структурные формулы всех изомеров ряда бензола состава:
а) C_8H_{10} ; б) C_9H_{12} .
6. Получите метилбензол тремя различными способами.
7. Осуществите следующие превращения:
а) метан → ацетилен → бензол → этилбензол;
б) гексан → циклогексан → бензол;
в) карбид алюминия → метан → ацетилен → бензол → толуол.

- 1. При тримеризации ацетилена получен бензол массой 390 г с практическим выходом 80% от теоретически возможного. Определите объем ацетилена (н. у.), вступившего в реакцию.

Ответ: 420 л.

- 2. Определите, в каком случае выделится больше массы бензола, если взять по 100 г гексана и ацетилена. Подтвердите ответ расчетом.
- 3. Выведите молекулярную формулу углеводорода, массовая доля углерода в котором составляет 90,0%, а плотность его паров по воздуху — 4,13. Составьте несколько структурных формул его изомеров.

Ответ: C_9H_8

§ 20. СВОЙСТВА АРЕНОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Физические свойства. Арены обычно жидкие вещества, имеющие своеобразный запах, нерастворимые в воде, но хорошо растворимые во многих органических соединениях. Огнеопасны. Температура кипения ароматических углеводородов закономерно повышается с увеличением их относительных молекулярных масс (табл. 14).

В больших дозах бензол и толуол вызывают тошноту и головокружение, а в некоторых тяжелых случаях отравление может повлечь смертельный исход. Пары бензола и толуола могут проникать через неповрежденную кожу. Хроническое отравление бензолом и толуолом может стать причиной лейкемии и анемии.

Сегодня на уроке:

- изучим свойства аренов и их применение.

Ключевые понятия

- **арены**
- **физические свойства**
- **химические свойства**
- **применение**

Таблица 14

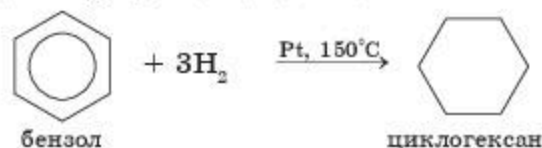
Физические свойства ароматических углеводородов

Название	Формула	$t_{\text{пл.}}^{\circ}$ С	$t_{\text{кип.}}^{\circ}$ С
Бензол	C_6H_6	5,5	80,1
Толуол	$C_6H_5CH_3$	-95	110,6
Этилбензол	$C_6H_5C_2H_5$	-94,9	136,2
Ксилол (диметилбензол) орто-ксилол мета-ксилол пара-ксилол	$C_6H_4(CH_3)_2$	-25,2	144,4
		-47,8	139,1
		13,2	138,3

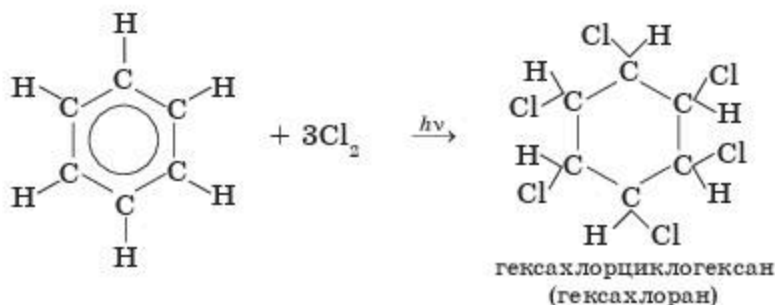
Химические свойства. Бензол и его гомологи могут вступать в реакции замещения, присоединения и окисления. Все арены, кроме бензола, окисляются сильными окислителями. Рассмотрим основные химические реакции бензола и его гомологов.

1. Реакции присоединения. Эти реакции нехарактерны для ароматических углеводородов, потому что бензольное кольцо и π -электронная система очень прочны, поэтому такие реакции происходят в присутствии катализатора, при нагревании или УФ-облучении.

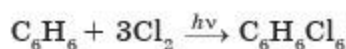
а) *гидрирование*. В присутствии Ni-, Pt-, Pd-катализаторов, при высоком давлении и при нагревании бензол присоединяет водород, в результате реакции образуется циклогексан:



б) *галогенирование*. Реакция идет при освещении ультрафиолетовым светом:



или уравнение реакции можно представить:

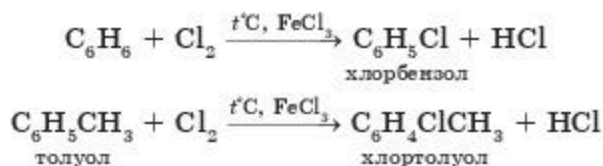


Гексахлоран применяется в сельском хозяйстве как ядохимикат.

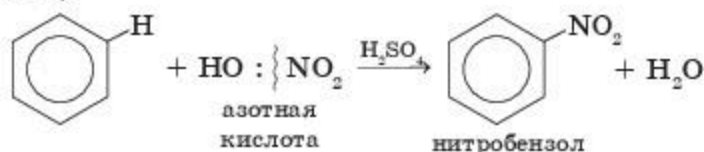
Галогеноводороды и вода к ароматическим углеводородам не присоединяются.

2. Реакции замещения. Бензол и его гомологи вступают в реакции замещения легче, чем алканы. Они могут реагировать с галогенами, азотной кислотой и другими веществами. Рассмотрим некоторые из этих реакций.

а) *галогенирование*. Реакции замещения аренов галогенами протекают в присутствии солей железа (III):



б) *нитрование*. Реакция нитрования бензола и его гомологов идет в присутствии нитрующей смеси (смесь концентрированных серной и азотной кислот):

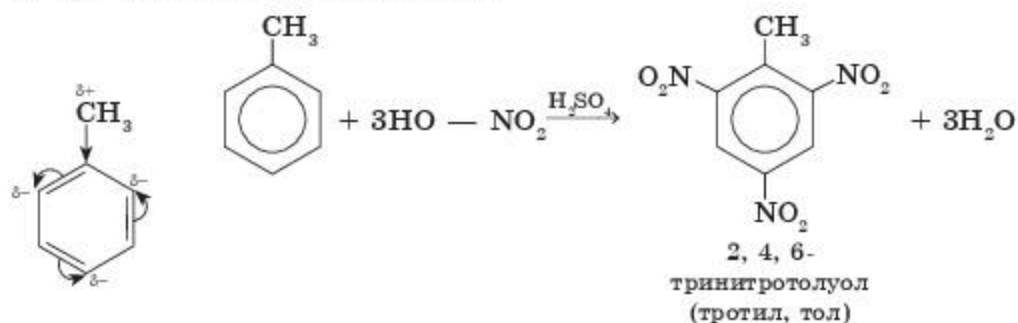




В результате образуется нитробензол.

Гомологи бензола, вследствие взаимного влияния атомов в бензольном кольце, реагируют с азотной кислотой иначе:

Замещение происходит в трех положениях бензольного кольца: 2, 4, 6 (орто, пара-положениях):



Вследствие такой реакции образуется сильно взрывчатое вещество тротил, который применяют для взрывных работ (при прокладке туннелей, шахт, метро и т. д.).

3. Реакция окисления. Бензол устойчив к действию окислителей. При действии на гомологи бензола например, толуол, легко обесцвечивают раствор перманганата калия, образуя бензойную кислоту (рис. 39):

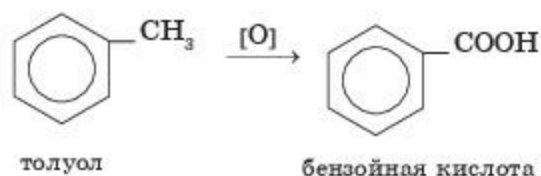
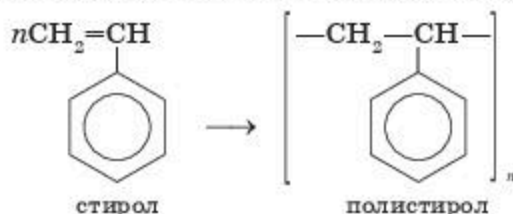


Рис. 39. Бензойная кислота

В результате окисления толуол обесцвечивает раствор перманганата калия.

Среди ароматических углеводородов есть разновидности таких веществ, в которых есть радикалы, содержащие кратные связи. Таким веществом является, например, винилбензол (полистирол).

Этот углеводород обладает и свойствами гомологов бензола, но проявляет и свойства непредельных углеводородов. Винилбензол обесцвечивает бромную воду, реагирует с галогеноводородами и т. д. Но самым важным свойством стирола является реакция полимеризации, в результате которой получается полимер-полистирол (рис. 42):



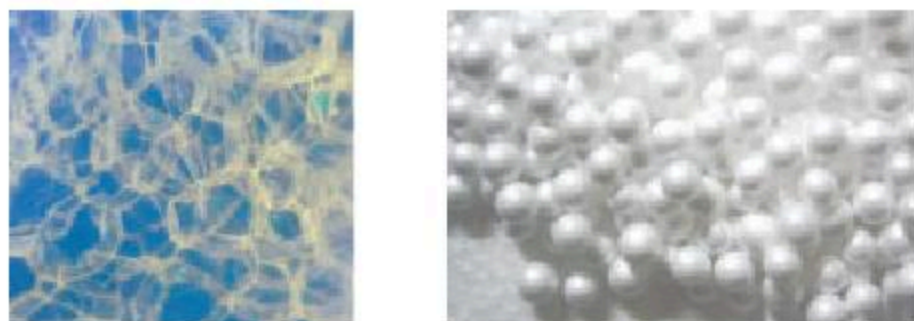


Рис. 40. Полистирол

Из полистирола изготавливают разнообразную продукцию.

Применение. Бензол является исходным веществом для синтеза огромного числа органических соединений, играющих важную роль в нашей жизни: медикаментов, красителей, средств защиты растений, пластмасс и синтетических волокон и др. (рис. 41). Он является также хорошим растворителем многих органических веществ.



Рис. 41. Применение бензола и его гомологов

Для получения: 1 — средств для борьбы с вредными насекомыми и болезнями растений; 2, 7 — бутадиен-стирольного каучука; 3 — пластмасс; 4, 8 — синтетических волокон; 5 — взрывчатых веществ; 6 — в качестве растворителей



Бензол и его гомологи могут вступать в реакции присоединения, замещения и окисления. В присутствии катализаторов, при высоком давлении и при нагревании бензола присоединяет водород галогена. Бензол и его гомологи вступают в реакции замещения легче, чем алканы. Они могут реагировать с галогенами, азотной кислотой и другими веществами. Все арены, кроме бензола, окисляются сильными окислителями.



1. Какие физические свойства характерны для аренов?
2. В какие реакции вступают бензол и его гомологи?
3. Напишите уравнения бромирования бензола на свету и при участии катализатора. Назовите продукты реакций.
- 4*. С какими из перечисленных веществ реагирует бензол:
 - а) водород, бром, вода, азот, азотная кислота, бромная вода;
 - б) кислород, хлор, соляная кислота, хлорэтан, сера.
- 5*. Осуществите следующие превращения:
 - а) метан → ацетилен → бензол → бромбензол;
 - б) карбид кальция → ацетилен → бензол → нитробензол;
 - в) бензол → циклогексан → бензол → толуол → тринитротолуол 2,4,6;
 - г) гексан → циклогексан → бензол → толуол → бензойная кислота.
- 6*. Составьте уравнения реакций, с помощью которых в несколько стадий можно осуществить синтезы:
 - а) бензола из метана;
 - б) толуола из этана;
 - в) гексахлорана из карбида кальция.
- 7*. Осуществить превращения, определив неизвестные вещества:
 - а) $\text{CH}_4 \xrightarrow{1500^\circ\text{C}} \text{A} \xrightarrow{+\text{HBr}} \text{B} \xrightarrow{+\text{H}, -\text{H}_2} \text{D} \xrightarrow{\text{Cl}_2} \text{E}$
 - б) $\text{C}_6\text{H}_6 \xrightarrow[\text{AlCl}_3]{\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}} \text{A} \xrightarrow{\text{Cl}_2/h\nu} \text{B} \xrightarrow[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]{\text{KOH}} \text{C}$
8. Напишите уравнения реакций присоединения винилбензола:
 - а) с водородом; б) с хлором; в) с хлороводородом; г) с водой.

- 1*. При взаимодействии 8,86 мл бензола (пл. 0,88 г/мл) с 24 г брома был получен бромбензол массой 14,13 г. Определите выход бромбензола.
Ответ: 90%.
- 2. При сжигании 3,9 г ароматического углеводорода образовалось 13,2 г CO_2 и 2,7 г H_2O . Определите структурную формулу этого арена.
- 3. Какую массу нитробензола можно получить из 30 г раствора азотной кислоты с массовой долей 90% и бензола, который был получен из 13,44 л ацетилена (н. у.)?

Ответ: 24,6 г.

Можно обобщить сведения об углеводородах, их строении и химических свойствах на примере таблицы 15.

Таблица 15

Обобщение сведений об углеводородах

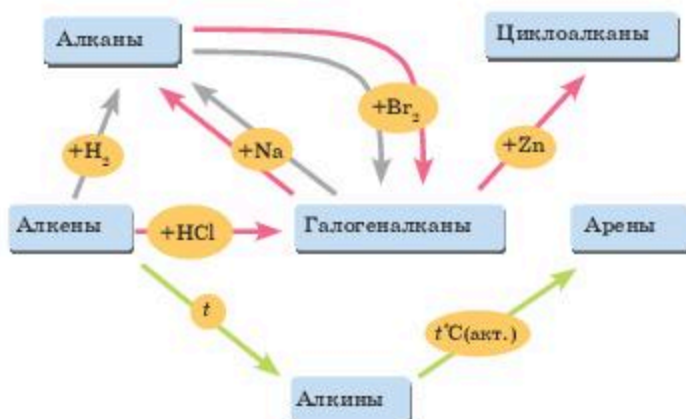
Характеристики углеводорода	Общая формула	Первый гомолог	Вид гибридизации	Вид ковалентной связи	Длина связи C-C, нм	Угол между связями	Характерный тип реакций
Алканы	C_nH_{2n+2}	$\begin{array}{c} H \\ \\ H-C-H \\ \\ H \end{array}$	sp^3	σ_{C-C} σ_{C-H}	0,154	$109^{\circ}28'$	Замещение, разложение (крекинг)
Циклоалканы	C_nH_{2n}	$\begin{array}{c} H & H \\ & \diagdown \quad / \\ & C \\ & / \quad \diagdown \\ H-C & -C-H \\ & \quad \\ H & H \end{array}$	sp^3	σ_{C-C} σ_{C-H}	0,154	C_3, C_4 больше 109° C_5, C_6 и т.д. $\approx 109^{\circ}28'$	Присоединение Замещение
Алкены	C_nH_{2n}	$\begin{array}{c} H & & H \\ & \diagdown & / \\ & C=C & \\ & / & \diagdown \\ H & & H \end{array}$	sp^2	σ_{C-C} σ_{C-H} π_{C-C}	0,134	120°	Присоединение
Алкины	C_nH_{2n-2}	$H-C \equiv C-H$	sp	σ_{C-C} σ_{C-H} $2\pi_{C-C}$	0,120	180°	Присоединение
Арены	C_nH_{2n-6}	$\begin{array}{c} H & & H \\ & \diagdown & / \\ & C & \\ & / & \diagdown \\ H-C & & C-H \\ & \backslash & / \\ & C & \\ & / & \diagdown \\ H & & H \end{array}$	sp^2	$\sigma_{C-C}, \sigma_{C-H}$ π -электронное сопряжение в цикле	0,140	120°	Замещение



Углеводороды находятся в генетической связи между собой. Превращение углеводородов друг в друга имеет огромное значение в промышленности.



1. Осуществите превращение по схеме на примере метана и этана:





2. Постройте генетический ряд углеводородов на примере гексана. Назовите все вещества.
3. Осуществите следующие превращения:
 - а) метан → хлорметан → этан → этилен → этин → бензол;
 - б) этан → этилен → этин → хлорэтен → поливинилхлорид;
 - в) гексан → пропан → пропилен → пропанол → углекислый газ.
4. Составьте уравнения реакций, с помощью которых в несколько стадий можно осуществить синтезы:
 - а) бензола из этана;
 - б) хлорбензола из этана;
 - в) гексахлорана из гексана.

- 1. Пары монобромалкана в 4,24 раза тяжелее воздуха. Определите молекулярную формулу монобромалкана.

Ответ: бромпропан.

- 2. Этиленовый углеводород массой 0,84 г может присоединить 1,6 г брома. Установите молекулярную формулу углеводорода.

Ответ: гексен.

- 3. Ацетиленовый углеводород может максимально присоединить 160 г брома с образованием продукта реакции массой 180 г. Установите молекулярную формулу этого углеводорода.

Ответ: пропин.

- 4. Какая масса технического 80 % -ного карбида кальция потребуется для получения из него 12,5 г винилхлорида, если выход на каждой из стадий составляет 80 %?

Ответ: 25 г.

§ 22. ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ УГЛЕВОДОРОДОВ

Сегодня на уроке:

- изучим природные источники углеводородов и образование ископаемого топлива;
- узнаем об областях применения углеводородов.

Ключевые понятия

- углеводороды
- невозобновляемые ресурсы

Ископаемое топливо производится из соединений, известных как углеводороды (состоящих только из углерода и водорода), и образуется разложением остатков доисторических растений и животных глубоко в недрах Земли (таблица 16, рис. 42). В основном используются такие ископаемые топлива, как уголь, нефть и природный газ. Они сжигаются для выделения энергии, а мы, в свою очередь, можем использовать эту энергию для производства электричества. Также мы можем использовать топливо напрямую: для снабжения энергией транспортные системы, для обеспечения теплом наши дома и в

качестве сырья для производства других предметов, необходимых для повседневной жизни.

подавляющее большинство углеродсодержащих соединений получают из сырой нефти. Сырая нефть представляет собой смесь углеводородов. В составе нефти встречаются молекулы углеводородов раз



Растения преобразуют энергию солнца в процессе фотосинтеза



После того как растения и животные погибают, они разлагаются на микроорганизмы



Осадочные породы закапывают останки глубоко под землей, и с ростом давления и тепла они превращаются в уголь, нефть и газ



Растительные и животные останки покрываются слоями осадочных пород



Миллионы лет

Ископаемые топлива добываются глубоко под землей

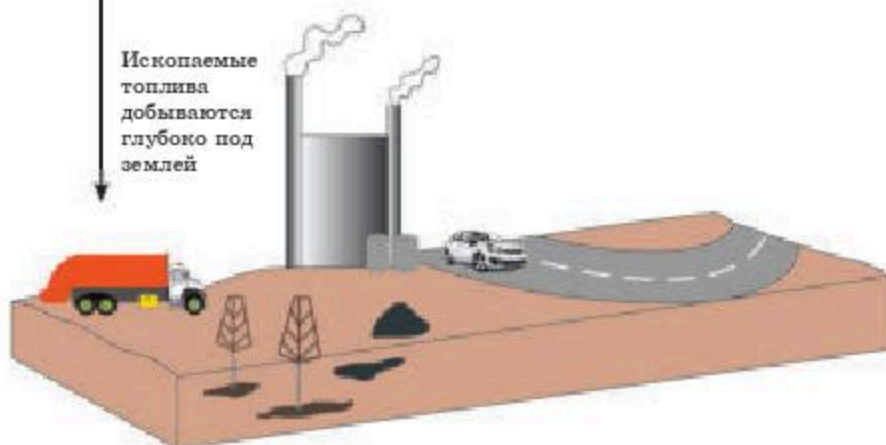


Рис. 42. Образование ископаемого топлива

Таблица 16

Образование осадочных пород



Нефть образуется схожим с углем способом, но в результате разложения организмов, таких как планктон или водоросли, в морях и озерах. Как и растения, которые сформировали уголь, эти древние организмы были захоронены под тяжелыми слоями осадочных пород до тех пор, пока они в конечном итоге не подверглись изменениям, образовав нефть и природный газ.



	<p>Сотни миллионов лет назад погибшие обитатели водной стихии падали на дно и превращались в ил. Они не могли разлагаться, поскольку там не было ни воздуха для окисления, ни бактерий, вызывающих гниение. Высокое давление и температура вызвали химические реакции, при которых углерод органических остатков соединялся с водородом, и образовывались низкомолекулярные углеводороды. Они и называются <i>природными газами</i>.</p>
	<p><i>Уголь</i> образуется из остатков растительности, которые накапливались на болотах или трясинах миллионы лет назад. Когда растительность была живой, она поглощала и удерживала энергию солнца, а когда отмирала, то покрывалась отложениями и, в конце концов, была закопана глубоко в недра Земли, где высокие температура и давление видоизменяли физические и химические свойства материала, формируя уголь.</p>

личной формы и размеров, с различным количеством атомов углерода (от 1 до более 70).

Мы получаем электричество из углеводородов, сжигая их на электростанциях (рис. 43). Сгорание углеводородного топлива превращает химическую энергию в тепловую, которая, нагревая воду, превращает ее в пар. Пар поступает в турбины, которые соединены с генератором, производящим электрическую энергию. Она распределяется как электричество, которое мы используем.

Производство электричества

Наряду с производством электричества мы применяем углеводороды для множества других целей (рис. 44). Например, нефтепродукты, такие как бензин и дизель — в наших машинах, автобусах, поездах и грузовых машинах. Мы используем нефть, газ и уголь в качестве топлива.

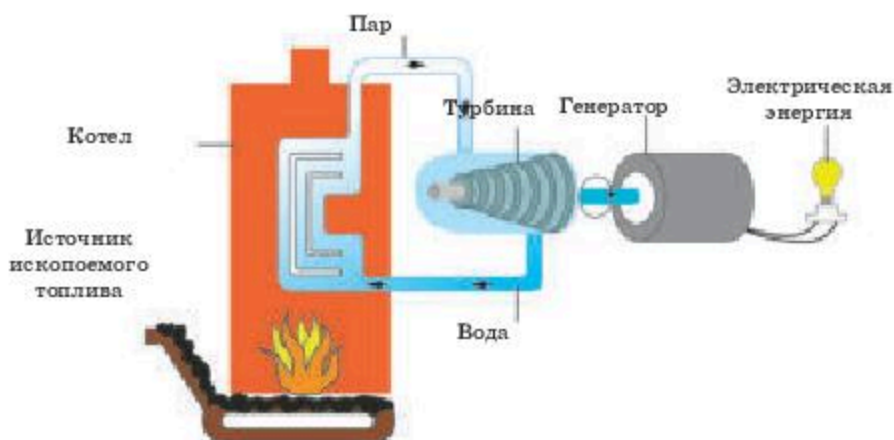


Рис. 43. Производство электричества

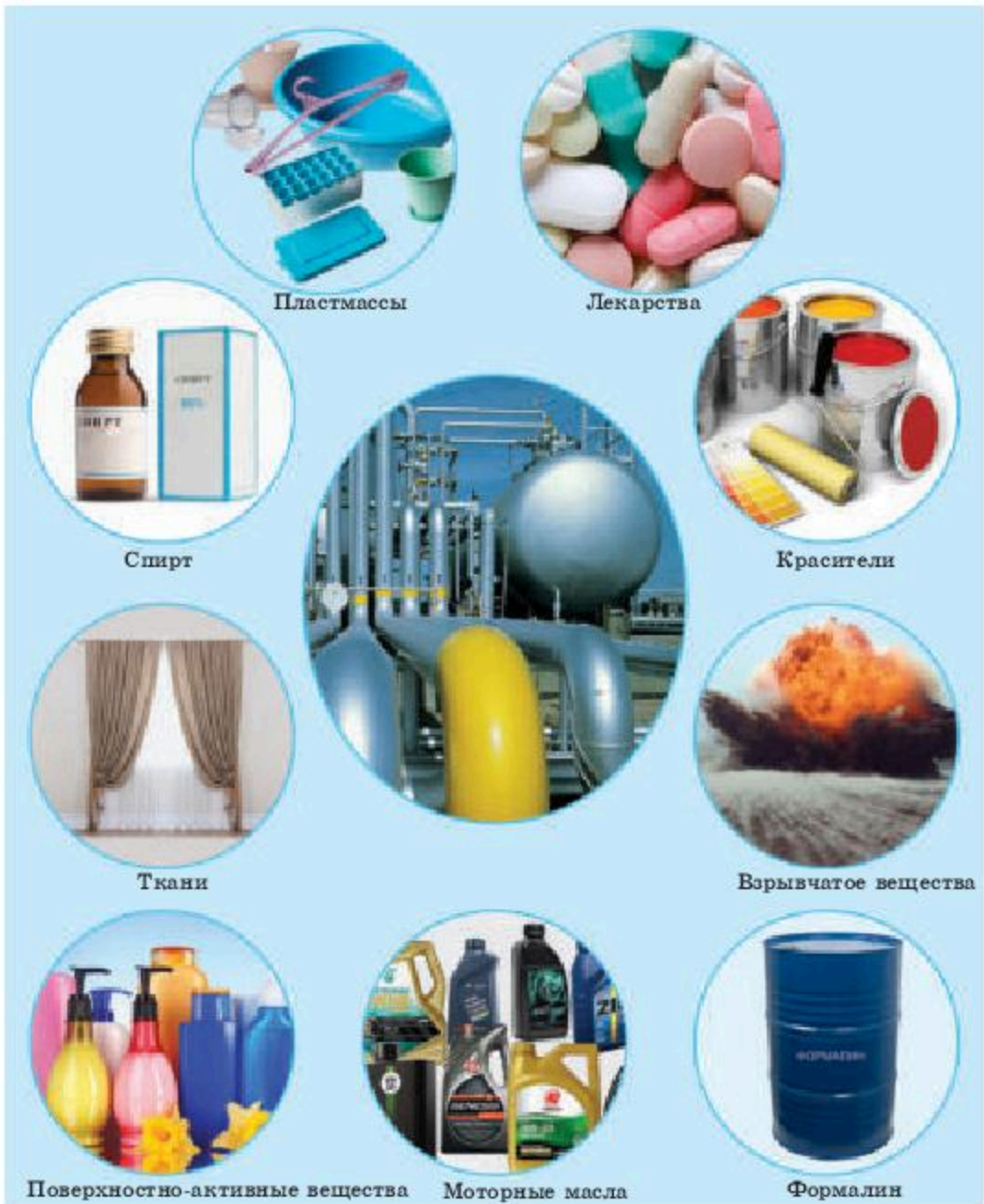


Рис. 44. Продукты переработки нефти

Также находим применение добываемой сырой нефти при производстве различных химических веществ. Таким образом, углеводороды задействованы во многих сферах нашей жизни: начиная от смолы на наших дорогах, удобрений и пестицидов, используемых в сельском хозяйстве,



заканчивая нефтехимическими веществами, которые нужны для производства многочисленных товаров первой необходимости.

Ежедневно во всем мире используется более 13 миллиардов литров нефти.

Углеводороды служат на благо человечества на протяжении долгого времени, так как они сравнительно недороги, легко добываемы и транспортируемы. Запасы углеводородов ограничены, а это означает, что они невозобновляемы; это связано с тем, что их образование под землей может занять миллионы лет, и мы используем существующие ресурсы намного быстрее, чем формируются новые. Сгорание углеводородов также вредит окружающей среде, что считается основной причиной глобального потепления.

Наибольшая роль в имеющем место глобальном потеплении отводится водяному пару и углекислому газу. На их долю приходится более 95% всего парникового эффекта. Именно благодаря этим двум газообразным веществам происходит разогрев атмосферы Земли на 33°C. Примерно 65% антропогенной эмиссии CO_2 в атмосферу связано со сжиганием ископаемого топлива — нефти, газа и угля.



Ископаемое топливо производится из соединений, известных как углеводороды (состоящих только из углерода и водорода), и образуется разложением остатков доисторических растений и животных глубоко в недрах Земли. Наряду с производством электричества мы можем использовать углеводороды для множества других целей.



1. Что является источниками углеводородов?
2. Как образовались уголь, нефть и природный газ?
3. Для каких целей используются углеводороды?
4. Какие продукты получают при переработке нефти?
5. Почему углеводороды относятся к невозобновляемым природным ресурсам?
6. Какие экологические последствия может оказать на окружающую среду сжигание топлива?



В Мировом океане содержится в 60 раз больше CO_2 , чем в атмосфере Земли (140 триллионов тонн).

§ 23. ПЕРЕРАБОТКА НЕФТИ

Добыча нефти. Нефть добывают наземным способом и на воде. Для этого устанавливают специальные приспособления для выкачивания нефти.

Нефть, добытая из земных недр, называется *сырой*. Сырую нефть практически не применяют. Чтобы смесь углеводородов приобрела действительно большое экономическое значение, ее надо очистить (рафинировать), т. е. освободить от примесей и ненужных компонентов. Таким способом сырую нефть очищают от воды и примесей и превращают в *товарную нефть*. Процесс очистки происходит на *нефтеочистительном заводе*.

Переработка нефти осуществляется физическими и химическими способами: физический – прямая перегонка; химический – термический крекинг; каталитический крекинг; каталитический риформинг; пиролиз.

Процесс разделения углеводородов нефти по температурам их кипения называется **прямой перегонкой**. Нефть нагревают в трубчатой печи до 350°C , образовавшиеся пары вводят в ректификационную колонну снизу.

Горячая нефть вместе с парами попадает в среднюю часть ректификационной колонны, где она вследствие снижения давления дополнительно испаряется и испарившиеся углеводороды отделяются от жидкой части нефти – мазута. Пары углеводородов устремляются вверх по колонне, а жидкий остаток стекает вниз. В ректификационной колонне по пути движения паров устанавливают тарелки, на которых конденсируется часть паров углеводородов (рис). Более тяжелые углеводороды конденсируются на первых тарелках, легкие успевают подняться вверх по колонне, а самые легкие в смеси с газами проходят всю колонну, не конденсируясь, и отводятся сверху колонны в виде паров. Так углеводороды разделяются на фракции в зависимости от температуры их кипения.

Горячая нефть вместе с парами попадает в среднюю часть ректификационной колонны, где она вследствие снижения давления дополнительно испаряется и испарившиеся углеводороды отделяются от жидкой части нефти – мазута. Пары углеводородов устремляются вверх по колонне, а жидкий остаток стекает вниз. В ректификационной колонне по пути движения паров устанавливают тарелки, на которых конденсируется часть паров углеводородов (рис. 45). Более тяжелые

Сегодня на уроке:

- Продолжим ознакомиться со способами переработки нефти.

Ключевые понятия

- переработка нефти
- прямая перегонка
- ректификационная колонна
- термический крекинг
- каталитический крекинг
- каталитический риформинг фракций
- пиролиз



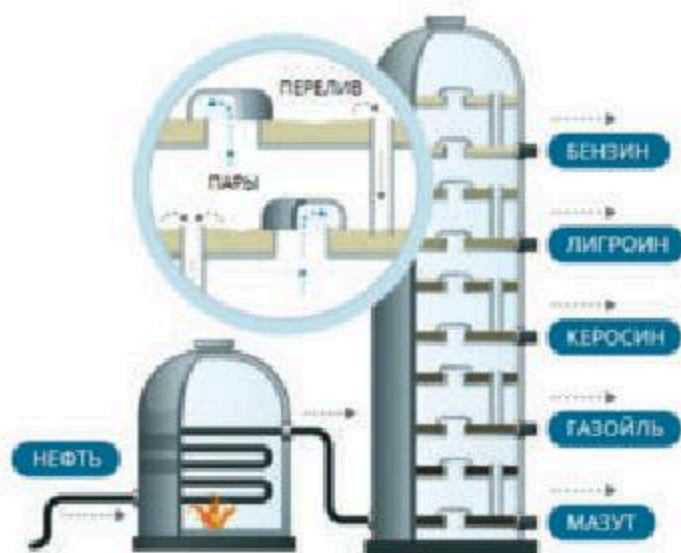


Рис. 45. Перегонки нефти

углеводороды конденсируются на первых тарелках, легкие успевают подняться вверх по колонне, а самые легкие в смеси с газами проходят всю колонну, не конденсируясь, и отводятся сверху колонны в виде паров. Так углеводороды разделяются на фракции в зависимости от температуры их кипения.

Основные фракции нефти следующие:

- *Газолиновая фракция* (от C_5H_{12} до $C_{11}H_{24}$), (от 40 до 200 °С). При дальнейшей перегонке выделенной фракции получают газолин ($t_{\text{кип}} = 40-70^\circ\text{C}$), бензин ($t_{\text{кип}} = 70-120^\circ\text{C}$) – авиационный, автомобильный и т.д.

- *Лигроиновая фракция* (от C_8H_{18} до $C_{14}H_{30}$), (от 150 до 250°С). Лигроин применяется как горючее для тракторов. Большие количества лигроина перерабатывают в бензин.

- *Керосиновая фракция* (от $C_{12}H_{26}$ до $C_{18}H_{38}$), (от 180 до 300°С). Керосин после очистки используется в качестве горючего для тракторов, реактивных самолетов и ракет.

- *Газойлевая фракция* ($t_{\text{кип}} > 275^\circ\text{C}$), по-другому называется дизельным топливом. Остаток после перегонки нефти – мазут – содержит углеводороды с большим числом атомов углерода (до многих десятков) в молекуле. Мазут также разделяют на фракции перегонкой под уменьшенным давлением, чтобы избежать разложения.

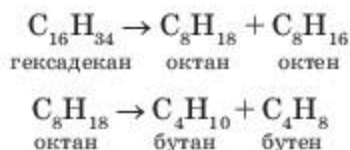
С верха колонны и с верхних тарелок отводят легкие бензиновые фракции (дистилляты) нефти. Такие фракции после очистки являются составной частью многих товарных автомобильных бензинов. Ниже отбирают керосиновый дистиллят, который после очистки используют в качестве топлива для реактивных авиационных двигателей. Еще ниже отводят газойлевый дистиллят, который после очистки идет в качестве



топлива для дизельных двигателей. Оставшийся после отделения смазочных масел гудрон применяется для асфальтирования дорог.

Высококипящие продукты перегонки нефти непригодны для употребления в качестве моторного топлива. Для того чтобы удовлетворить потребности в бензине был предложен процесс крекинга.

Процесс крекинга – это расщепление тяжелых молекул на более легкие фракций. Таким образом получают дополнительное количество бензина:



Такой процесс, осуществляемый при температуре около 470°C - 550°C и небольшом давлении, называется **термическим крекингом**. Бензин, получаемый термическим крекингом, невысокого качества, не стоек при хранении. Коренным усовершенствованием крекинга явилось внедрение в практику процесса каталитического крекинга.

Крекинг, проведенный в присутствии катализаторов (алюмосиликаты), называют каталитическим (рис. 46). В результате этого метода получают бензин с более высоким значением октанового числа, наряду с процессами крекинга протекают также процессы изомеризации алканов, например:

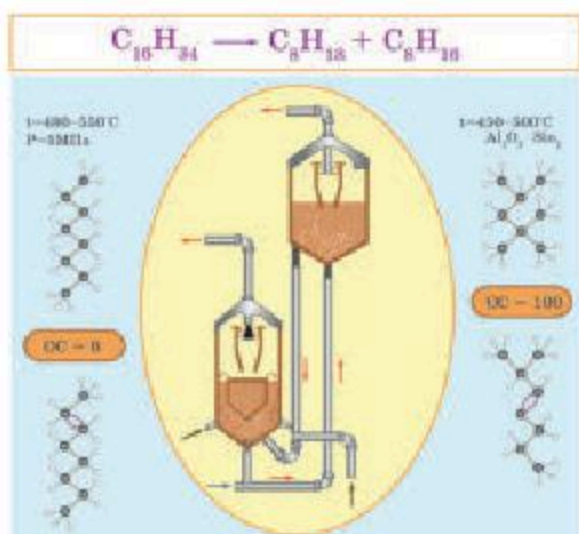
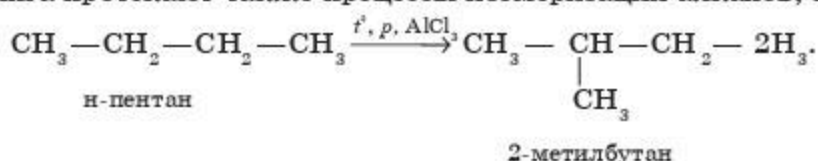
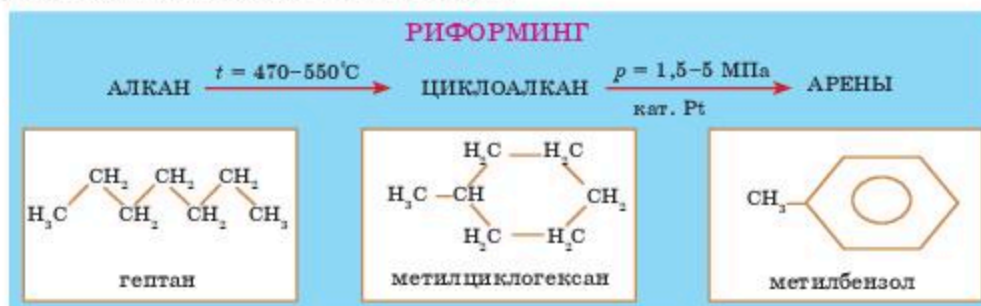


Рис. 46. Процесс крекинга

Бензин каталитического крекинга имеет высокую детонационную стойкость и химическую стабильность. Выход бензина до 78% из нефти и качество значительно выше, чем при термическом крекинге.

Переработка нефти каталитическим риформингом заключается в ароматизации бензиновых фракций в результате каталитического преобразования нафтеновых и парафиновых углеводородов в ароматические. Кроме ароматизации молекулы парафиновых углеводородов могут подвергаться изомеризации, наиболее тяжелые углеводороды могут расщепляться на более мелкие.



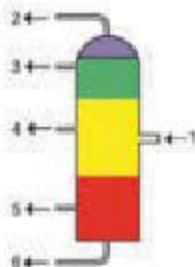
Переработка нефти **пиролизом** – это термическое разложение углеводородов нефти в специальных аппаратах при температуре 650°C . Применяется для получения ароматических углеводородов и газа. В качестве сырья можно применять как нефть так и мазут.



Переработка нефти осуществляется физическими и химическими способами. физический – прямая перегонка; химический – термический крекинг; каталитический крекинг; каталитический риформинг; пиролиз. При физическом методе выход бензина составляет около 20%. Для улучшения качества бензина и увеличения его выхода выделяемые фракции нефти подвергают дальнейшей химической переработке.

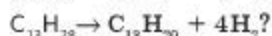
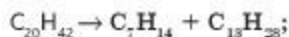


1. Какими методами перерабатывают нефть?
2. Какой метод можно предложить для разделения углеводородов, входящих в состав нефти? На чем он должен быть основан? Какова цель переработки нефти?
3. Какие фракции нефти вы знаете? Назовите их по схеме:





4. Перечислите области применения продуктов, полученных в результате перегонки нефти.
5. Что такое крекинг нефти? Какие его виды существуют?
6. Напишите уравнения реакций, которые могут протекать с углеводородом $C_{24}H_{50}$ при крекинге нефтепродуктов.
7. Составьте диаграмму Венна на сходство и различие термического и каталитического крекинга.
8. Бензин прямой перегонки не реагирует с бромной водой, а бензин, полученный в результате термического крекинга, обесцвечивает ее. Почему?
9. Какое из приведенных уравнений описывает процесс крекинга, а какое — риформинга:



10. По ресурсам интернета подготовьте сообщение о детонационной стойкости бензина.
11. Бензин, какого крекинга обладает большей детонационной стойкостью? Почему?
12. Бензин, какого крекинга более устойчив при хранении? Почему?
13. Что такое риформинг?
14. Что такое пиролиз нефти? Назовите основные продукты пиролиза нефти.

§24. ПРИРОДНЫЙ И ПОПУТНЫЙ НЕФТЯНЫЕ ГАЗЫ, КОКСОВАНИЕ КАМЕННОГО УГЛЯ

Природные углеводородные газы находятся в недрах земли или в виде самостоятельных залежей, образуя чисто газовые месторождения, либо в растворенном виде содержатся в нефтяных залежах. Такие газы называются *нефтяными*, или *попутными*, так как их добывают попутно с нефтью.

Основные месторождения природного газа сконцентрированы в Западном Казахстане; крупные запасы находятся близ Каспия, на Мангышлаке, возвышенностях Устюрта, около Уральска, на месторождениях Карашыганак, Жетыбай, Каламкас, в Кызылорде находятся месторождения Кумколь, Кумасай и Кызылкия.

Природный газ на 98% состоит из метана CH_4 . Также в его составе присутствуют гомологи метана — этан C_2H_6 , пропан C_3H_8 и бутан C_4H_{10} . Иногда природный газ может содержать сероводород, гелий и углекислый газ. Природный газ разделяют на две фракции:

1) сухой газ (CH_4 , C_2H_6);

Сегодня на уроке:

- познакомимся с природным и нефтяным газами;
- познакомимся с коксованием каменного угля и узнаем продукты коксования.

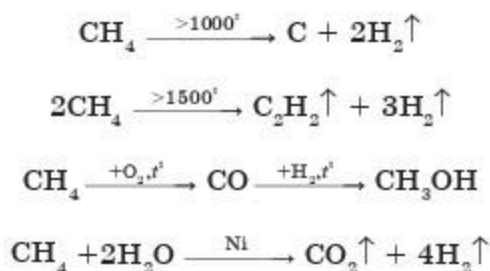
Ключевые понятия

- природный газ
- нефтяной газ
- состав
- применения
- коксование
- продукты коксования

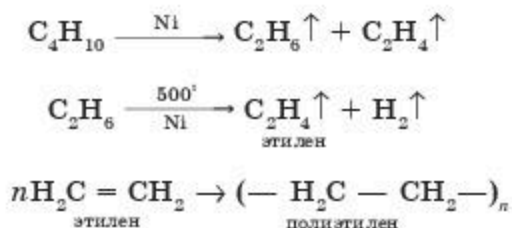


Рис. 47.

2) пропан-бутановая смесь (C_3H_8 , C_4H_{10}). Первая фракция является источником сырья:



Дегидрированием пропан-бутановой фракции получают непредельные углеводороды. Затем из них синтезируют разные полимеры.



Природный газ — это важный источник энергии, позволяющий уменьшить загрязнения и способствующий поддержанию нормальной экологической обстановки. По сравнению с остальными источниками энергии обладает рядом преимуществ:



- сгорая, выделяет только углекислый газ и водный пар;
- при сгорании не выделяет копоти и дыма;
- быстро разжигается, и процесс его горения легко контролировать;
- почти не содержит твердых примесей и других вредных компонентов;
- относительная дешевизна благодаря более легкому способу добычи и транспортировки.

Попутный нефтяной газ. Попутный нефтяной газ по своему происхождению тоже является природным газом. Особое название он получил потому, что находится в залежах вместе с нефтью — он растворен в ней и находится над нефтью, образуя газовую “шапку”. Прежде попутный газ не находил применения и тут же на промысле сжигался.

В настоящее время его улавливают, так как он, как и природный газ, представляет собой экологически чистое топливо и ценное химическое сырье. В попутном газе содержится меньше метана (30—60%), чем в природном газе, но зато в нем значительно больше других углеводородов — этана, пентана, бутана, пропана и др., которые легко можно превратить в этилен, пропилен и бутилен.

Для практических целей попутные газы разделяют на три фракции:

1. Сухой газ ($\text{CH}_4, \text{C}_2\text{H}_6$) используют для получения ацетилен, водорода, а также как топливо.

2. Пропан-бутановая смесь ($\text{C}_3\text{H}_8, \text{C}_4\text{H}_{10}$). Пропан и бутан сегодня широко используются в качестве альтернативного топлива для автомобилей.

3. Газовый бензин ($\text{C}_5\text{H}_{12}, \text{C}_6\text{H}_{14}$) добавляют к бензину для улучшения запуска двигателя. Полное их использование в качестве сырья современной химической промышленности — задача большой экономической важности.

Коксование каменного угля. Химической промышленности для получения углеводородов и других органических соединений нужны кокс, смола (побочный продукт коксования) и газы, получаемые при коксовании угля.

Коксовые газы служат, кроме того, ценным горючим. Об этом свидетельствует, в частности, и наш повседневный опыт использования газа в быту.

Процесс коксования можно провести в лаборатории. Если каменный уголь сильно нагревать в железной трубке без доступа воздуха, то через некоторое время можно будет наблюдать выделение газов и паров. В U-образной трубке конденсируется *смола*, имеющая неприятный запах, и над ней *вода, содержащая аммиак*. Проходящие далее газы собираются в сосуде над водой. В железной трубке после опыта остается *кокс*. Собранный газ хорошо горит, его называют *коксовым газом* (рис. 48).



Рис. 48. Лабораторный опыт коксования каменного угля

Таким образом, при нагревании каменного угля без доступа воздуха образуются четыре основных продукта: *кокс, каменноугольная смола, аммиачная вода, коксовый газ.*

В настоящее время учеными разрабатываются другие экономически более выгодные методы гидрирования угля с использованием эффективных катализаторов, что даст возможность снизить температуру и давление.

Другим перспективным путем получения синтетического жидкого топлива является его синтез из оксида углерода (II) и водорода.

Казахстан богат запасами каменного угля, коксующегося угля, бурого угля. Ежегодно добывается около 100 млн. т каменного и бурого угля. Самая большая угольная база Казахстана — Карагандинский угольный бассейн. В нем сосредоточено 60 млрд. т угля. Основные месторождения угля — Сарань, Абай, Шерубайнура, Шахтинск, Михайловка и др. Карагандинский угольный бассейн дает порядка половины всего добываемого угля в нашей стране. Кроме Карагандинского источника есть Екибастузский угольный бассейн. В нем важнейшими месторождениями являются: Алып, Северный и Восток.



Природный и нефтяные газы отличаются по составу, нахождению в природе и применению. В попутном газе содержится меньше метана (30—60%), чем в природном газе. Природный и нефтяные газы представляют собой экологически чистое топливо и ценное химическое сырье.

Коксование угля — периодический процесс. Основные продукты: кокс углерода; коксовый газ и др. Побочные продукты: каменноугольная смола, бензол, толуол, аммиак и др.

Коксовый газ используется как химическое сырье, а также является ценным горючим.



1. Каков состав природного газа? Покажите на географической карте важнейшие месторождения природного газа.
2. Какие преимущества по сравнению с другими видами топлива имеет природный газ? Для каких целей используют природный газ в химической промышленности?
3. Напишите уравнения реакций получения: а) ацетилена из метана; б) хлорпренового каучука из ацетилена; в) тетрахлорметана из метана.
4. Чем отличаются попутные нефтяные газы от природного газа?
5. Охарактеризуйте основные продукты, получаемые из попутных газов.
6. Какие основные продукты получаются при коксовании каменного угля?
7. Где добывают уголь в нашей стране? Какие месторождения угля наиболее перспективны?
8. Напишите уравнения получения из метана коксового газа: ацетилена, бензола, бутадиена, бутена.

- 1. Вычислите массу метана, который можно получить из 1 т природного газа. Массовая доля метана в газе составляет 96%.

Ответ: 960 кг.

- 2. Из природного газа объемом 40 л (н. у.) получен хлорметан массой 30,3 г. Определите объемную долю метана в природном газе, если массовая доля выхода хлорметана равна 40% от теоретически возможного.

Ответ: 84%.

- 3. Природный газ содержит (объемная доля) метан 95%, азот 2%, оксид углерода (IV) 3%. Образец этого газа объемом 4,48 л (н. у.) сожгли, а всю газовую смесь пропустили через избыток раствора гидроксида кальция. Рассчитайте массу образовавшегося осадка.

Ответ: 19,6 г.

- 4. При сжигании антрацита массой 30 г получено углекислого газа объемом 53,2 л (н. у.). Определите массовую долю углерода в антраците.

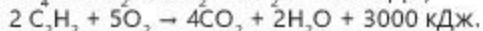
Ответ: 95%.

- 5. Какой объем воздуха (н. у.) потребуется для полного сгорания угля массой 30 кг, если массовая доля углерода в нем 82,2%; водорода — 4,6%; серы — 1%, кислорода — 4%; азота — 1,2%; воды — 1%; негорючей золы — 6%?

Ответ: 30,85 м³.

- 6. При сгорании угля массой 2400 г выделилось 80 400 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение реакции горения угля.

- 7. Даны термохимические уравнения следующих реакций:



Определите, какой суммарный объем (н. у.) метана и ацетилена нужно сжечь, если в каждом случае выделилось по 5000 кДж теплоты.

Ответ: 202 л.



§ 25. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДОБЫЧИ, ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДОВ В КАЗАХСТАНЕ

Развитие каменноугольной и нефтехимической промышленности в Республике Казахстан. Добыча газа, нефти и угля является важнейшей задачей для нашей республики. На территории находятся богатые запасы углеводородов. Одним из приоритетов в развитии нашей страны является переработка и использование различных

Сегодня на уроке:

- узнаем об экологических проблемах и путиее решения при добыче углеводородного сырья.

Ключевые понятия

- сжигание топлива
- окружающая среда
- альтернативные источники топлива

источников углеводородов. Казахстан — страна экспортер углеводородного сырья на мировой рынок.

Здесь ежегодно добывают около 100 млн. т каменного и бурого угля из 400 месторождений. Больше всего угля добывают в Восточно-Казахстанской области, а также в Карагандинском и Екибастузском угольных бассейнах.

В республике действует более 160 месторождений нефти, а более 6 месторождений находятся на стадии разработки. В основном западная часть нашей страны является нефтеносным районом.

Общий запас газа в Казахстане составляет 9,5 трлн.м³. Из них 68% приходится на Западно-Казахстанскую область. В связи с ростом производства нефти и газа в Казахстане развивается нефтегазоперерабатывающие предприятия. К числу таких предприятий можно отнести нефтеперерабатывающие заводы в Атырау, Шымкенте, Павлодаре (рис. 49).

Экологические аспекты переработки природных источников углеводородов. В процессе переработки природных источников проводится постоянный мониторинг экологического состояния окружающей среды. Состояние атмосферного воздуха контролируется с помощью самой современной системы. Постоянно контролируется содержание CO, NO₂, H₂S, SO₂ и др. Кроме анализа воздуха, проводится контроль техногенных загрязнений почвы и воды. Это актуально еще и потому, что республика, претворяя в жизнь “Стратегию Казахстан-2030”, “Концепцию перехода к устойчивому развитию на 2007—2024 гг.”, ставит



Рис. 49. Нефте- и газоперерабатывающие заводы в Казахстане



целью гармонизацию взаимодействия общества и окружающей среды, а также создание экологически безопасной, благоприятной среды обитания.

Международные проекты. Казахстан осуществляет проекты, связанные с транспортировкой нефти и газа: консорциум Каспийский нефтепровод (КТК), нефтепровод “Западный Казахстан—Баку—Джейхан”, нефтепровод “Казахстан—Туркменистан—Иран”, нефтепровод “Кенкияк—Кумколь—Китай” и др. Наша страна планомерно занимается развитием экономики и повышением благосостояния населения.

Альтернативные источники топлива. Основным направлением альтернативной энергетики является поиск и использование альтернативных (нетрадиционных) источников энергии. Источники энергии — встречающиеся в природе вещества и процессы, которые позволяют человеку получить необходимую для существования энергию. Альтернативный источник энергии заменяет собой традиционные источники энергии, функционирующие на нефти, добываемом природном газе и угле, которые при сгорании выделяют в атмосферу углекислый газ, вызывающий парниковый эффект и глобальное потепление. Цель поиска альтернативных источников энергии — потребность получать ее из энергии возобновляемых или практически неисчерпаемых природных ресурсов и явлений. Во внимание может браться также экологичность и экономичность (табл. 17).

Таблица 17

Классификация альтернативных источников энергии

Тип источников	Используемая энергия
Ветряные	движение воздушных масс
Геотермальные	тепло планеты
Солнечные	электромагнитное излучение солнца
Гидроэнергетические	движение воды в реках или морях
Биотопливные	теплота сгорания возобновляемого топлива (например, спирта)

Наряду с использованием традиционных источников топлива, рассматриваются и альтернативные источники энергии: ветровой, ядерной гидроэнергетики (рис. 50).

Перспективы использования возобновляемых источников энергии связаны с их экологической чистотой, низкой стоимостью эксплуатации и ожидаемым топливным дефицитом в традиционной энергетике.



Рис. 50. Альтернативные источники энергии

Согласно отчету ООН, в 2018 году во всем мире было инвестировано \$140 млрд. в проекты, связанные с альтернативной энергетикой, тогда как в производство угля и нефти было инвестировано \$110 млрд.

Во всем мире в 2018 году инвестировали \$51,8 млрд. в ветроэнергетику, \$33,5 млрд. в солнечную энергетiku и \$16,9 млрд. в биотопливо. Страны Европы в 2012 году инвестировали в альтернативную энергетiku \$50 млрд., страны Америки — \$30 млрд., Китай — \$15,6 млрд., Индия — \$4,1 млрд.

В 2018 году альтернативная энергия (не считая гидроэнергии) составляла 4,9% всей потребляемой человечеством энергии, в том числе для отопления и нагрева воды (биомасса, солнечный и геотермальный нагрев воды и отопление) 3,3%; биогорючее 0,7%; производство электроэнергии (ветровые, солнечные, геотермальные электростанции и биомасса в ТЭС) 0,9%.

В 2018 г. на возобновляемые (альтернативные) источники энергии приходится всего около 5% мировой выработки электроэнергии.

Возможно, и в Казахстане со временем будут использоваться альтернативные источники энергии.



Одним из приоритетов в развитии нашей страны является переработка и использование различных источников углеводородов.

В процессе переработки природных источников проводится постоянный мониторинг экологического состояния окружающей среды.



1. Каковы запасы природного углеводородного сырья в Казахстане?
 2. Назовите наиболее крупные месторождения газа, нефти и угля в Казахстане.
 3. Какие международные проекты развиваются в республике?
 4. Почему важно осуществлять мониторинг окружающей среды при переработке углеводородного сырья?
 5. Предложите свои проекты развития альтернативных источников энергии.
 6. Предложите способы обнаружения вредных газов CO , NO_2 , H_2S , SO_2 химическим путем. Напишите уравнения реакций.
-
- 1. Даны термохимические уравнения следующих реакций:
$$\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O} + 880 \text{ кДж}$$
$$\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O} + 3000 \text{ кДж}$$
Определите, какой суммарный объем (н. у.) метана и ацетилена нужно сжечь, если в каждом случае выделилось по 5000 кДж теплоты.

Ответ: 202 л.

Знаешь ли ты?

Чтобы переработать порцию нефтешлама биотехнологическими методами, требуется 2 месяца. Получившуюся в результате почву можно использовать для строительства дорог, ликвидации оврагов или для разбивки газонов.

Отношение этилена, ацетилена, гексана и бензола к раствору перманганата калия и бромной воды/йода

Реактивы: разбавленный раствор (розовый) перманганата калия, раствор бромной или йодной воды, гексан, карбид кальция, 96% -ный этиловый спирт, кристаллический сульфат кальция, 20% -ный концентрированный раствор серной кислоты, бензол.

Химическая посуда и лабораторное оборудование: пробирки, штатив для пробирок, делительная воронка, газоотводная трубка с пробкой, спиртовка, стакан, колба.

Техника безопасности. Требуется соблюдение правил работы с растворами кислот, щелочей и нагревательными приборами.

Ход работы:

Опыт 1. Отношение алканов к раствору перманганата калия

В одну пробирку налейте 2 мл раствора перманганата калия, а во вторую — раствор бромной или йодной воды и в каждую из них прилейте столько же гексана (изооктан). Заметите два слоя жидкости, даже после взбалтывания происходит их расслоение. Обратите внимание на окраску растворов и сделайте соответствующий вывод о свойствах алканов. Объясните, почему гексан не реагирует с данными веществами.



Установка для получения этилена

Опыт 2. Отношение этилена к раствору перманганата калия и бромной воды/йода

В пробирку налейте 2–3 мл 96% -го этилового спирта и медленно добавьте 6–9 мл концентрированной серной кислоты. Осторожно перемешайте. Во избежание толчков при кипении туда же добавьте щепотку сухого сульфата кальция или сульфата бария для равномерного кипения. Пробирку

закройте пробкой с газоотводной трубкой.

Перед получением этилена приготовьте в двух стаканах растворы перманганата калия, бромной или йодной воды.

Осторожно нагрейте сначала всю пробирку, а затем нагревайте ту ее часть, где находится верхняя граница жидкости. Температура должна быть выше 140°C. Газоотводную трубку опустите до дна стаканчика с раствором перманганата калия. Аналогичным образом пропускайте получаемый этилен через раствор бромной или йодной воды. Обратите внимание на окраску растворов.

Вопросы и задания:

Сделайте соответствующий вывод о свойствах алкенов. Напишите уравнения реакций.



Опыт 3. Отношение ацетилена к раствору перманганата калия и бромной воды/йода

Для получения ацетилена поместите 2 г карбида кальция в колбу прибора. Подсоедините к тубусу гибкий шланг, на конце которого должна быть стеклянная трубка с оттянутым концом и с медной спиралью внутри. Прилейте из делительной воронки несколько миллилитров разбавленного 20% -ного раствора серной кислоты (реакция протекает при этом более спокойно):



Установка для получения ацетилена

Перед получением ацетилена приготовьте 2 стакана объемом 50 мл с растворами перманганата калия и йодной воды.

Выделяющийся газ пропустите последовательно через раствор (розовый) перманганата калия, а затем через раствор йодной воды.

Вопросы и задания:

Обратите внимание на окраску растворов и сделайте соответствующий вывод о свойствах ацетилена. Напишите уравнения реакций.

Опыт 4. Отношение бензола к бромной воде и раствору перманганата калия

В одну пробирку налейте 2 мл раствора перманганата калия, а вторую — раствор бромной или йодной воды и в каждую пробирку прилейте столько же бензола.

Обратите внимание, как реагирует бензол с бромной водой и перманганатом калия.

Вопросы и задания: Сделайте соответствующие выводы о свойствах бензола.

Объясните, почему бензол не реагирует с данными веществами.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Получение этилена и изучение его свойств

Реактивы: этиловый спирт, концентрированный раствор серной кислоты, разбавленный раствор перманганата калия, раствор бромной воды.

Химическая посуда и лабораторное оборудование: пробирки, штатив для пробирок, металлический штатив, газоотводная трубка с пробкой, спиртовка, стакан, колба, спички, песок.

Техника безопасности. Требуется соблюдение правил работы с растворами кислот, щелочей и нагревательными приборами.



Ход работы:

Опыт 1. В одну пробирку налейте 2—3 мл этилового спирта и осторожно добавьте 6—9 мл концентрированной серной кислоты. Затем всыпьте немного предварительно прокаленного песка, чтобы избежать разбрызгивания при кипении. Закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой, закрепите ее в штативе и осторожно нагрейте.

Опыт 2. В другую пробирку налейте 2—3 мл бромной воды. Опустите газоотводную трубку до дна пробирки с бромной водой и пропустите через нее выделяющийся газ. Обратите внимание на окраску раствора.

Опыт 3. В третью пробирку налейте 2—3 мл разбавленного раствора перманганата калия, подкисленного серной кислотой, и пропустите через него газ. Обратите внимание на окраску раствора.

Опыт 4. Подождите выделяющийся газ.

Вопросы и задания:

1. Какой газ выделяется при нагревании смеси этилового спирта с серной кислотой?

2. Что происходит при пропускании газа через бромную воду и раствор перманганата калия?

3. Почему этилен горит более светящимся пламенем, чем метан? Напишите уравнения соответствующих реакций.

4. Чем отличаются свойства этилена от свойств соответствующего предельного углеводорода?

5. Напишите уравнения реакций.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Составление шаростержневых моделей молекул изопренового каучука

Лабораторное оборудование: набор для построения шаростержневых моделей молекул органических соединений.

Ход работы:

Возьмите из набора необходимое число шариков черного цвета, которые будут символизировать атомы углерода, необходимое число шариков белого цвета, которые будут символизировать атомы водорода. Химическую связь изображают металлические стержни. Напишите структурную формулу изопрена. Согласно структурной формуле изопрена составьте модель его молекулы.

Углеводороды и их природные источники

1) В зависимости от состава и строения углеводороды классифицируются как предельные, непредельные и ароматические.

2) Среди ароматических углеводородов встречаются виды соединений, которые содержат ненасыщенные радикалы в боковых цепях.

3) Для предельных углеводородов наиболее характерны реакции замещения, непредельным характерны реакции присоединения, окисления и полимеризации.

4) Ароматические углеводороды вступают в реакции присоединения, замещения, окисления. Реакции замещения и окисления обусловлены взаимным влиянием метильной группы и бензольного кольца. В зависимости от условий протекания реакции ароматические углеводороды отражают свойства предельных и непредельных углеводородов.

5) Углеводороды находятся в генетической связи между собой. Превращение углеводородов друг в друга имеет огромное значение в промышленности.

6) Наиболее важными источниками углеводородов являются нефть, каменный уголь, природный и попутные нефтяные газы. Казахстан обладает крупными запасами углеводородного сырья.





КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

До сих пор вы изучали органические соединения, состоящие только из двух элементов — углерода и водорода. Теперь рассмотрим кислородсодержащие органические вещества, молекулы которых состоят из трех элементов: углерода, водорода и кислорода.

Рассмотрим производные углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены функциональными группами. Вы знаете, что свойства отдельных классов органических соединений определяются функциональными группами (см. табл. 4). *В кислородсодержащих органических соединениях функциональные группы содержат кислород.*

К кислородсодержащим органическим соединениям относятся спирты, фенолы, альдегиды и кетоны, карбоновые кислоты, простые и сложные эфиры, углеводы и др.

Данные об основных классах и отдельных важных представителях кислородсодержащих органических веществ представлены в схеме 4.

Схема 4.

Классификация кислородсодержащих органических соединений



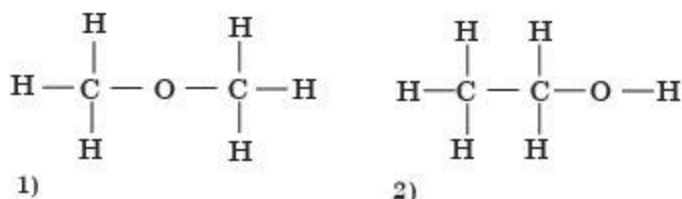


Теперь приступим к подробному изучению отдельных кислородсодержащих соединений.

§ 26. ОДНОАТОМНЫЕ СПИРТЫ

Особенности строения соединений этого класса рассмотрим на примере этилового спирта. Простейшая формула этилового спирта C_2H_6O .

Согласно теории А. М. Бутлерова, формулу можно выразить в виде двух структурных формул:



Какая из двух формул отвечает строению этилового спирта?

Сопоставляя формулы, мы замечаем, что если справедлива первая из них, то в молекуле спирта все атомы водорода соединены с атомами углерода, и можно предполагать, что они одинаковы по свойствам. Если же истинна вторая формула, то один из водородных атомов в молекуле соединен с атомом углерода через кислород, и он, по-видимому, будет отличаться от других водородных атомов. Это можно проверить опытом.

Поместим в пробирку со спиртом кусочек натрия и заметим выделение газа. Нетрудно установить, что это водород. Данный опыт подтверждает, что этиловый спирт действительно реагирует с активными металлами. По аналогии с кислотами атомы металлов вытесняют тот водородный атом, который связан с атомом кислорода. Следовательно, вторая из приведенных формул и будет структурной формулой этилового спирта.

Первой структурной формуле соответствует другое вещество — диметиловый эфир, который с металлами не реагирует.

Чтобы подчеркнуть, что в молекуле спирта содержится гидроксильная группа (гидроксогруппа) — OH , соединенная с углеродным радикалом, молекулярную формулу этилового спирта пишут так: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$ и $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.

Сегодня на уроке:

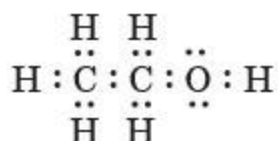
- поймем, что спирты производные углеводов;
- рассмотрим строение, изучим классификацию, изомерию и номенклатуру спиртов.

Ключевые понятия

- спирты
- функциональная группа
- классификация
- одноатомные
- многоатомные
- первичные
- вторичные
- третичные

Возникает вопрос, почему же в молекуле спирта атом водорода, соединенный с углеродным радикалом через атом кислорода, обладает особыми свойствами (подвижностью).

Рассмотрим электронную формулу соединения:



Характер связей С — С и С — Н нам уже хорошо известен — это σ-ковалентные связи. Связь О — Н полярная, так как наибольшая электронная плотность ее смещена к атому кислорода как элемента более электроотрицательного. Атом водорода оказывается как бы более свободным от электронов, менее связанным с молекулой и поэтому может сравнительно легко вытесняться натрием. Смещение электронной плотности в молекуле можно показать так (рис. 51).



Рис. 51. Модель молекулы этанола

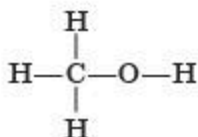
Исходя из анализа строения молекул, спиртам можно дать такое определение: **спиртами называют производные углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены гидроксильными группами.**

Гидроксильная группа — ОН является функциональной группой спиртов. По количеству гидроксильных групп в молекуле все спирты делятся на *одноатомные* и *многоатомные*. По типу углеводородного радикала спирты можно разделить на предельные, непредельные и ароматические.

Соединения, имеющие общую формулу $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$ или ROH называются *предельными одноатомными спиртами*. R — углеводородный радикал.

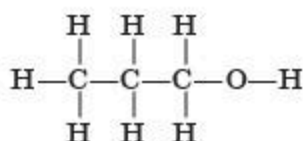
Спирты образуют гомологический ряд, в котором каждый последующий член отличается от предыдущего на гомологическую разность = CH_2 .

Гомологический ряд спиртов. Первый член ряда здесь метиловый спирт:





Ближайший следующий гомолог этилового спирта — пропиловый спирт:



Другие спирты ряда имеют аналогичное химическое и электронное строение.

Сведения о гомологическом ряде спиртов представлены в таблице 18.

Таблица 18

Важнейшие одноатомные предельные спирты

Химическая формула	Сокращенная структурная формула	Название
CH_3OH	CH_3-OH	Метанол, или метиловый спирт
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$	Этанол, или этиловый спирт
$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$	Пропанол-1, или пропиловый спирт
$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$	$ \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\overset{2}{\text{C}}\text{H}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array} $	Пропанол-2, или изопропиловый
$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$	$\overset{4}{\text{C}}\text{H}_3-\overset{3}{\text{C}}\text{H}_2-\overset{2}{\text{C}}\text{H}_2-\overset{1}{\text{C}}\text{H}_2-\text{OH}$	Бутанол-1, или первичный бутиловый спирт
$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$	$ \begin{array}{c} \overset{4}{\text{C}}\text{H}_3-\overset{3}{\text{C}}\text{H}_2-\overset{2}{\text{C}}\text{H}-\overset{1}{\text{C}}\text{H}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array} $	Бутанол-2, или вторичный бутиловый спирт
$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$	$ \begin{array}{c} \overset{3}{\text{C}}\text{H}_3-\overset{2}{\text{C}}\text{H}-\overset{1}{\text{C}}\text{H}_2-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $	2-метилпропанол-1, или изобутиловый спирт
$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \overset{1}{\text{C}}\text{H}_3-\overset{2}{\text{C}}-\overset{3}{\text{C}}\text{H}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array} $	2-метилпропанол-2, или третичный бутиловый спирт
$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$	$\overset{5}{\text{C}}\text{H}_3-\overset{4}{\text{C}}\text{H}_2-\overset{3}{\text{C}}\text{H}_2-\overset{2}{\text{C}}\text{H}_2-\overset{1}{\text{C}}\text{H}_2-\text{OH}$	Пентанол-1, или первичный амиловый спирт

В гомологическом ряду спиртов два вида изомерии: изомерия углеродного скелета и изомерия положения гидроксильной группы. Рассмотрим ее на примере бутилового спирта.



В зависимости от строения углеродного скелета изомерами будут два спирта — производные бутана и изобутана:

${}^4\text{CH}_3\text{—}{}^3\text{CH}_2\text{—}{}^2\text{CH}_2\text{—}{}^1\text{CH}_2\text{—OH}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{—CH—CH}_2\text{—OH} \end{array}$
бутанол-1, или н-бутиловый спирт	2-метилпропанол-1, или изобутиловый спирт

В зависимости от положения гидроксильной группы при том или другом углеродном скелете возможны еще два изомерных спирта:

$\begin{array}{c} {}^1\text{CH}_3\text{—}{}^2\text{CH—}{}^3\text{CH}_2\text{—}{}^4\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{—C—CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$
бутанол-2	2-метилпропанол-2

В зависимости от того, при каком углеродном атоме стоит гидроксильная группа, различают первичные, вторичные и третичные спирты.

Название спиртов производится в соответствии.

1. Рациональной номенклатурой, согласно которой название спирта составляется из названия радикала, соединенного с гидроксильной группой, окончания **-вый** и слова “спирт”. Например: CH_3OH — метиловый спирт, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ — этиловый спирт, $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{OH}$ — пропиловый спирт.

2. С правилами номенклатуры ИЮПАК (международной) название спиртов производится от названий соответствующих углеводородов с добавлением суффикса **-ол**; цифрой указывают атом углерода, при котором находится гидроксильная группа. Нумерацию углеродных атомов начинают с того конца, к которому ближе функциональная группа.



Спиртами называют производные углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены гидроксильными группами. По количеству гидроксильных групп в молекуле все спирты делятся на одноатомные и многоатомные. В гомологическом ряду спиртов имеют место два вида изомерии: изомерия углеродного скелета и изомерия положения гидроксильной группы и межклассовая изомерия (простыми эфирами). В зависимости от того, при каком углеродном атоме стоит гидроксильная группа, различают первичные, вторичные и третичные спирты.

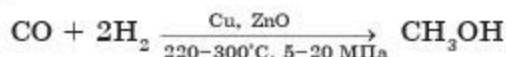


1. Составьте структурные формулы всех изомерных спиртов, отвечающих формуле $C_5H_{11}OH$. Назовите их.
 2. Составьте структурные формулы следующих спиртов: а) 2-метилбутанол-1; б) 3,3-диметилпентанол-2.
 3. Один из атомов водорода в молекулах одноатомных спиртов является более подвижным. Поясните почему.
 4. Какие спирты называются первичными, вторичными и третичными?
1. Какой объем займет водород, полученный действием 2,5 г натрия на раствор 23 г этилового спирта в бензоле?
Ответ: 1,2 л.
 2. При сгорании 4,6 г органического вещества образовалось 0,2 моль оксида углерода (IV) и 0,3 моль воды. Определите химическую формулу этого вещества, если известно, что относительная плотность его паров по воздуху равна 1,59.
1) C_2H_6O ; 2) C_3H_8 ; 3) C_3H_7O ; 4) C_2H_6 .

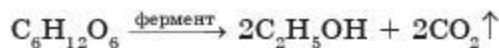
§ 27. ПОЛУЧЕНИЕ, СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ ОДНОАТОМНЫХ СПИРТОВ

Получение. Наибольшее промышленное значение имеют метанол и этанол.

В промышленности метанол получают из синтез-газа — смеси оксида углерода (II) с водородом:

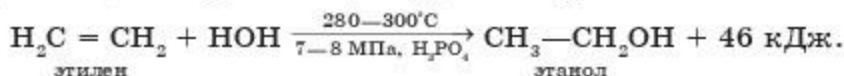


Этиловый спирт получают брожением глюкозы в присутствии различных ферментов, например, дрожжей. В результате образуется этиловый спирт, и выделяется углекислый газ:



Саму глюкозу можно получать при гидролизе крахмала и целлюлозы.

В современном производстве этанол получают каталитической гидратацией этилена при помощи водяного пара:



Физические свойства. Спирты, содержащие в молекуле до 12 углеродных атомов, являются жидкостями, более 12 — твердыми веществами. Все они легче воды.

Сегодня на уроке:

- изучим получение, свойства и применение одноатомных спиртов.

Ключевые слова

- одноатомные спирты
- физические свойства
- химические свойства
- применение



Низшие спирты, до пропилового C_3H_7OH включительно, смешиваются с водой в любых соотношениях. С повышением молекулярной массы растворимость спиртов в воде уменьшается. Спирты имеют высокую по сравнению с алканами или галогеналканами (при равных молярных массах) температуру кипения. Причина этого — ассоциация молекул спирта из-за образования между ними водородной связи.

Водородная связь может возникнуть как между молекулами спирта (а), так и между молекулами спиртов и воды (б) (рис. 57).

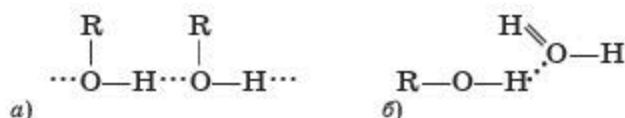


Рис. 57. Образование водородных связей:

а) между молекулами спирта; б) между молекулами спирта и воды

- ♦ В молекулах спиртов и воды водородные связи образуются за счет свободных электронных пар у атомов кислорода: атом кислорода может взаимодействовать с атомом водорода другой молекулы, имеющим небольшой положительный заряд. Прочность водородной связи примерно в 10 раз меньше прочности обычной ковалентной связи. Ассоциация (объединение) молекул в результате образования водородных связей и является причиной того, что спирт кипит при более высокой температуре по сравнению с соответствующими углеводородами.

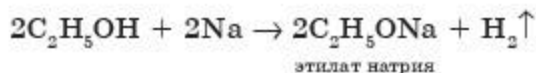
Метанол, этанол и пропанол имеют специфический алкогольный запах, у следующих за ними гомологов сильный запах, у некоторых — неприятный. Высшие спирты запаха не имеют.

Метанол (метиловый спирт) CH_3OH очень ядовит! Уже небольшая его доза может вызвать слепоту или оказаться смертельной.

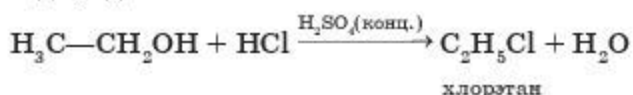
Химические свойства.

1. Кислотные свойства спиртов выражены слабо. Водные растворы спиртов на индикаторы не действуют.

2. Атом водорода гидроксильной группы спирта обладает некоторой подвижностью и способен вступать в реакции замещения так, что в результате взаимодействия спиртов со щелочными металлами образуются алкоголяты и выделяется водород:

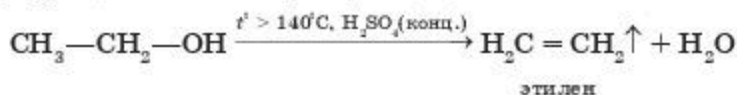


3. В присутствии концентрированной серной кислоты спирты реагируют с галогеноводородными кислотами, и образуются галогенопроизводные углеводов:

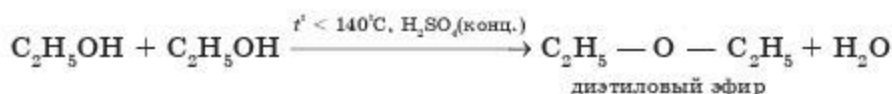




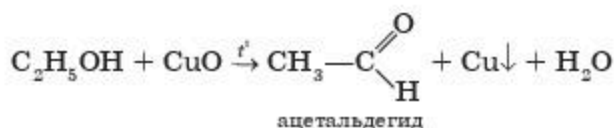
4. В присутствии водоотнимающих веществ и при повышенной температуре спирты подвергаются реакции дегидратации, в результате реакции образуется соответствующий алкен:



При избытке спирта и более низкой температуре получают простые эфиры:



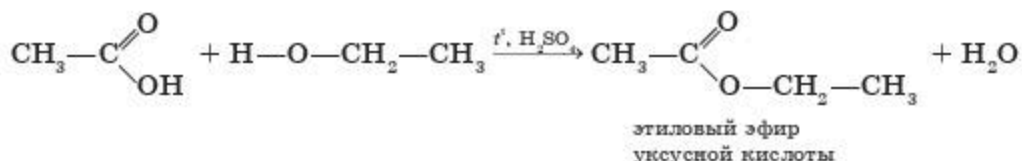
5. Спирты, как и многие органические соединения, подвергаются окислению. При окислении первичных спиртов происходит образование альдегидов. Если, например, в этанол опустить прокаленную медную спираль, покрытую оксидом меди (II), то спираль становится блестящей, появляется специфический неприятный запах ацетальдегида:



6. Как и большинство органических соединений, спирты сгорают в кислороде с образованием большого количества тепла. Чем больше молекулярная масса спирта, тем хуже он горит. При сгорании низших спиртов образуется углекислый газ и вода. Так, при сжигании этанола протекает следующая реакция:

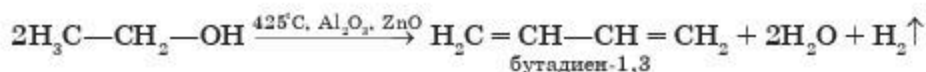


7. При реакции спиртов с карбоновыми кислотами происходит образование сложных эфиров:



Эта реакция получила название реакции *этерификации*.

8. Спирты можно подвергать реакциям дегидрирования и дегидратации:





Применение. Спирты широко применяются в качестве растворителей в органическом синтезе, при производстве кислот и других органических веществ.

Метиловый спирт используется для производства формальдегида, полимерных материалов, этиловый — для получения синтетического каучука, уксусной кислоты, диэтилового эфира.

Этиловый спирт также применяется в пищевой промышленности — для изготовления алкогольных напитков, в медицине — в качестве дезинфицирующего средства. Пентиловые спирты применяют при производстве сложных эфиров, необходимых в парфюмерии. Изопентиловый спирт — реагент для определения жирности молочных продуктов.



Кислотные свойства спиртов выражены слабо. Водные растворы спиртов на индикаторы не действуют. Атом водорода гидроксильной группы спирта обладает некоторой подвижностью и способен вступать в реакции замещения. Как и большинство органических соединений, спирты сгорают в кислороде с образованием большого количества тепла. Спирты можно подвергать реакциям гидрирования и дегидратации.



1. Составьте структурные формулы трех изомеров спирта $C_6H_{13}OH$.
 2. Приведите уравнения реакций, характеризующие способность спиртов реагировать с металлами (Na, Mg, Al) и с кислотами (HBr, H_2SO_4 , HCOOH).
 3. Составьте уравнения реакций с бромоводородом для следующих спиртов:
 - а) 3-метилбутанол-1
 - б) 3-метилгексанол-3.
 4. Составьте уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:
 - а) $CH_4 \rightarrow C_2H_6 \rightarrow C_2H_5Br \rightarrow C_2H_5OH \rightarrow C_2H_4 \rightarrow C_2H_6$
 - б) $C_2H_5OH \rightarrow CH_2 = CH - CH = CH_2 \rightarrow C_4H_8 \rightarrow C_4H_{10}$
 5. Перечислите области применения спиртов.
- 1. Рассчитайте количество вещества (моль) водорода и оксида углерода (II), необходимое для получения 3 моль метанола.

Ответ: 3,6 моль.

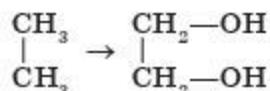
- 2. Какой одноатомный спирт был взят, если при взаимодействии 16 мл спирта ($\rho = 0,8$ г/мл) с натрием выделился водород в количестве, достаточном для гидрирования 4,48 л этилена.

Ответ: CH_3OH .

§ 28. МНОГОАТОМНЫЕ СПИРТЫ

Строение. Многоатомные спирты содержат в молекуле несколько гидроксильных групп, соединенных с углеводородным радикалом.

Формулы многоатомных спиртов, как и одноатомных, можно вывести из формул соответствующих углеводов, заменяя в них атомы водорода гидроксильными группами. Если в молекуле углеводорода заменены гидроксильными группами два атома водорода, то получится формула двухатомного спирта. Простейшим представителем таких спиртов является этиленгликоль (*этандиол-1,2*) (рис. 54).



Если в молекуле углеводорода заменены гидроксильными группами три атома водорода, то образуется трехатомный спирт. Например, из формулы пропана можно вывести формулу простейшего трехатомного спирта — глицерина (рис. 55):



Рис. 53. Модель молекулы этиленгликоля

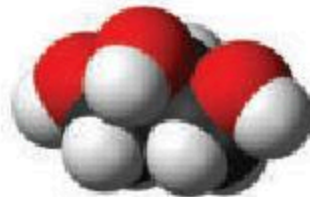
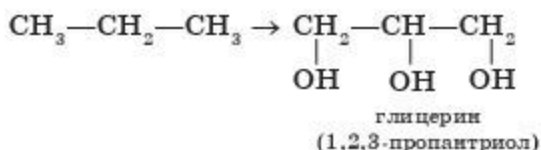


Рис. 55. Модель молекулы глицерина



Известны спирты и бóльшей атомности. Во всех многоатомных спиртах гидроксильные группы находятся при разных атомах углерода.

По международной номенклатуре названия многоатомных спиртов состоят из названия соответствующего алкана путем добавления суффиксов **-диол-**, **-триол-** и т. д., затем через дефис цифрами указывают положение гидроксильных групп в углеродной цепи.

У многоатомных спиртов имеет место изомерия углеродного скелета и изомерия положения гидроксильных групп.

Сегодня на уроке:

- изучим многоатомные спирты.

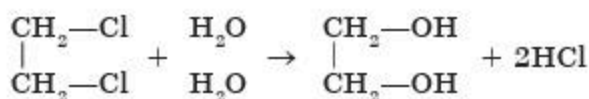
Ключевые понятия

- двухатомные спирты
- трехатомные спирты
- строение
- получения
- физические свойства
- химические свойства
- применение





Получение. Нам уже известно, что этиленгликоль образуется при окислении этилена перманганатом калия. Подобно одноатомным спиртам этиленгликоль и глицерин могут быть получены из соответствующих углеводородов через их галогенопроизводные:

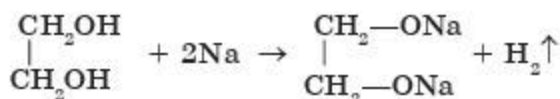


Глицерин получают расщеплением растительных и животных жиров, а в настоящее время все больше синтетическим способом из пропилена, образующегося при крекинге нефтепродуктов.

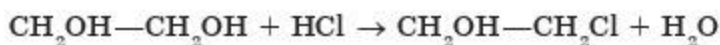
Физические свойства. Этиленгликоль и глицерин — бесцветные сиропообразные жидкости, сладковатого вкуса, хорошо растворимые в воде и этаноле. Этиленгликоль кипит при $197,6^\circ\text{C}$, а глицерин — при 290°C .

Этиленгликоль — ядовитое вещество!

Химические свойства. Как вещества, содержащие гидроксильные группы, многоатомные спирты имеют сходные свойства с одноатомными спиртами. Например, натрий вытесняет из них водород:



При действии галогенопроизводных кислот на спирты происходит замещение гидроксильной группы:

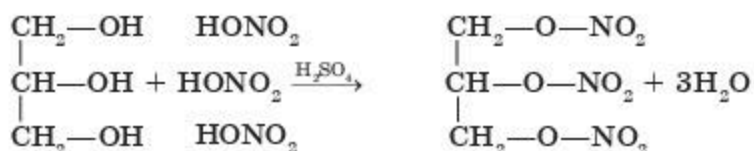


Для многоатомных спиртов характерны и некоторые специфические свойства. Если к свежеприготовленному гидроксиду меди (II) в присутствии щелочи прилить глицерин и смесь встряхнуть, то осадок растворяется и образуется прозрачный раствор глицерата меди яркосинего цвета.

Эта качественная реакция для многоатомных спиртов. Данная реакция доказывает, что многоатомные спирты обладают слабыми кислотными свойствами.

Увеличение гидроксильных групп в молекулах многоатомных спиртов придает бóльшую подвижность атомам водорода по сравнению с одноатомными спиртами.

Взаимодействие глицерина с органическими и неорганическими кислотами приводит к образованию сложных эфиров. При взаимодействии глицерина с азотной кислотой образуется нитроглицерин — сложный эфир азотной кислоты и глицерина:



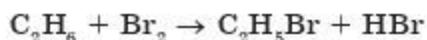
Однако название “нитроглицерин” историческое и не соответствует строению молекулы этого вещества.

Применение. Этиленгликоль используют для получения волокон (лавсана) и как антифриз (незамерзающая жидкость), используемый в радиаторах автомобилей.

Глицерин применяют для получения нитроглицерина и динамита, для приготовления антифризов, в парфюмерной и пищевой промышленности, в медицине для изготовления мазей, смягчающих кожу. В текстильной промышленности — для придания тканям мягкости и эластичности. В медицине 1%-ный раствор и таблетки нитроглицерина служат в качестве средств, расширяющих кровеносные сосуды.

Генетическая связь между спиртами и углеводородами. Выше мы видели, что спирты можно рассматривать как производные углеводородов, содержащие гидроксильные группы.

Непосредственно заменить атом водорода на гидроксильную группу или внедрить атом кислорода в молекулу углеводорода довольно трудно, поэтому процесс осуществляется через галогенопроизводные. Например, чтобы получить этиловый спирт из этана, надо сначала получить бромэтан:



а затем бромэтан превратить в спирт, нагрев воду и используя щелочи:



Щелочь при этом нужна, чтобы нейтрализовать бромоводород и устранить возможность реакции его со спиртом, т. е. сместить химическое равновесие в сторону образования нужного продукта.



Многоатомные спирты содержат в молекуле несколько гидроксильных групп, соединенных с углеводородным радикалом. По международной номенклатуре название многоатомных спиртов состоит из названия соответствующего алкана путем добавления суффиксов — -диол-, -триол- и т. д., простейшими представителями многоатомных спиртов являются этиленгликоль, глицерин.

Увеличение гидроксильных групп в молекулах многоатомных спиртов придает большую подвижность атомам водорода по сравнению с одноатомными спиртами.



1. Какие соединения называют *многоатомными спиртами*? Приведите молекулярную, структурную и электронную формулу бутантриола-1,2,4.
2. Охарактеризуйте химические свойства этиленгликоля и глицерина. Напишите уравнения соответствующих реакций и перечислите одинаковые и различные свойства одноатомных и многоатомных спиртов.
3. Для каких целей применяют этиленгликоль и глицерин?
4. Напишите уравнения реакций синтеза спиртов:
 - а) этиленгликоля — гидроксированием этилена с помощью водного раствора KMnO_4 ;
 - б) глицерина — гидролизом 1,2,3 трихлорпропана в щелочной среде;
 - в) этанола — гидратацией этилена при катализе серной кислотой.

- 1. Какой объем газа (н. у.) (в л) выделился, если на 3,6 г глицерина подействовали металлическим натрием, взятым в избытке.

Ответ: 1,3 л.

- 2. Какую массу этиленгликоля можно получить из 108 м³ этилена (н. у.), если известно, что массовая доля выхода составляет 0,78 от теоретического?

Ответ: 233 кг.

Знаешь ли ты?

66%-ный водный раствор этиленгликоля замерзает только при 60°C. Добавка глицерина к этиленгликолю удлиняет срок службы водяных насосов автомашин.

§ 29. ФЕНОЛЫ

Сегодня на уроке:

- познакомимся с фенолами.

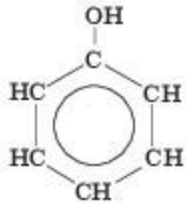
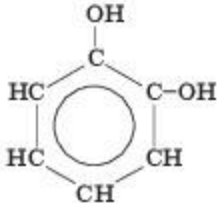
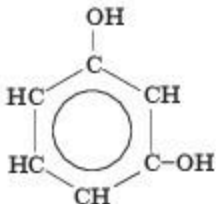
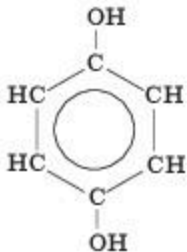
Ключевые понятия

- фенолы
- строение
- изомерия
- получение

Фенолы — производные ароматических углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода бензольного кольца замещены на соответствующее число гидроксильных групп. В этих соединениях гидроксильные группы непосредственно связаны с бензольным ядром.

В зависимости от числа гидроксильных групп в молекуле фенолы бывают одно-, двух-, трехатомные. Простейший одноатомный фенол так и называется — фенол. Формулы других фенолов, их систематическое и тривиальное (в скобках) названия приведены в таблице 19.

Формулы фенолов и их названия

	
фенол	1,2-дигидроксибензол (пирокатехин)
	
1,3-дигидроксибензол (резорцин)	1,4-дигидроксибензол (гидрохинон)

Изомерия фенолов связана с изомерией взаимного положения гидроксильных групп в бензольном кольце, изомерией положения других групп в кольце и т. д.

Строение. В состав молекулы фенола входит ароматический радикал фенил C_6H_5 , который влияет на гидроксильную группу, ослабляя с ней связь атома водорода с кислородом. Вследствие чего электронная плотность связи $O - H$ в большей степени смещается от водорода к кислороду. Связь становится более полярной, а водородный атом более подвижным и реакционноспособным (рис. 54).

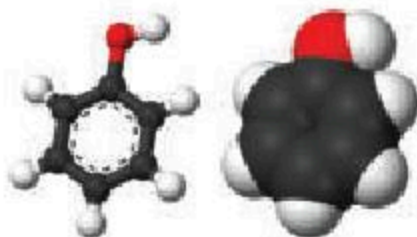
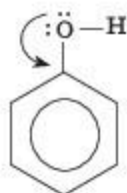
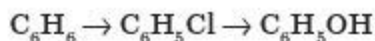


Рис. 54. Шаростержневая и масштабная модель молекулы фенола

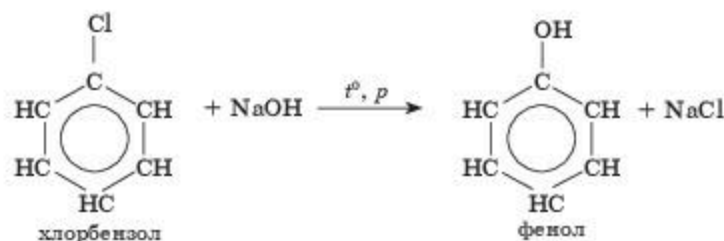
Получение. Для промышленных нужд используется прежде всего фенол, получаемый из каменноугольной смолы, однако этот источник не может полностью удовлетворить потребность в феноле. Разработаны синтетические способы получения фенола из бензола по



следующей схеме:

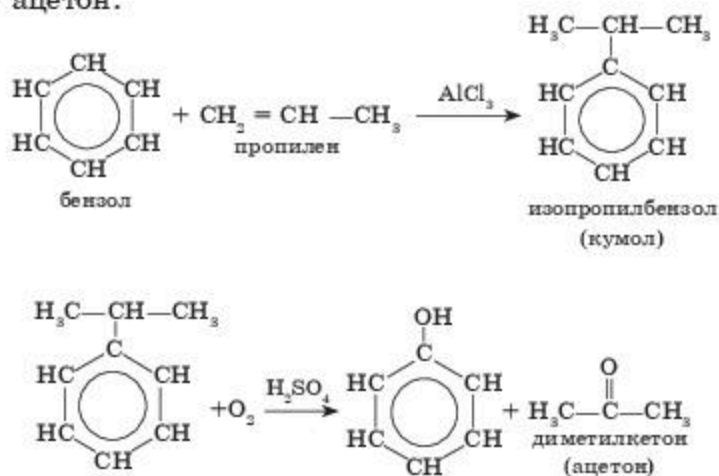


Атом галогена с бензольным кольцом связан более прочно, чем с радикалами предельных углеводородов, поэтому гидролиз галогенопроизводного протекает в жестких условиях ($t = 300^\circ C$, $p = 200$ атм):



Но этот способ экономически относительно дорогой, в настоящее время практически утратил свое значение.

На данный момент применяют недорогой и наиболее известный *кумольный метод получения фенола*. В нем фенол получают из бензола и пропилена. В результате процесса также получается другой ценный продукт — ацетон.



Сейчас во всем мире практически вся масса вырабатываемого фенола и ацетона производится этим способом.



Фенолы — производные ароматических углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода бензольного кольца замещены на соответствующее число гидроксильных групп. В этих соединениях гидроксильные группы непосредственно связаны с бензольным ядром.

В зависимости от числа гидроксильных групп в молекуле фенолы бывают одно-, двух-, трехатомные.



Для получения фенола применяют недорогой и наиболее известный кумольный метод. В нем фенол получают из бензола и пропилена. В результате процесса также получается другой ценный продукт — ацетон.



1. Какие вещества относят к фенолам, а какие — к ароматическим спиртам? Изобразите структурные формулы трех представителей, принадлежащих к:
а) фенолам; б) ароматическим спиртам.
2. Составьте электронную формулу фенола и поясните, почему атом водорода в гидроксильной группе более подвижен, чем в молекулах одноатомных спиртов?
3. Составьте уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения: $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$.

§30. СВОЙСТВА ФЕНОЛА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

Физические свойства. Фенол — кристаллическое бесцветное вещество с характерным запахом (рис. 55). Вследствие частичного окисления на воздухе он бывает часто розового цвета.

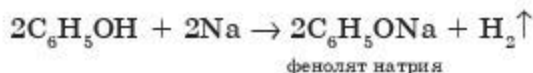
Фенол легкоплавок, в чем легко убедиться: если пробирку с веществом поместить в горячую воду, то он быстро плавится (температура плавления $40,9^\circ\text{C}$). В холодной воде он малорастворим, но при 70°C — в неограниченных количествах. Следует помнить, что фенол ядовит, при попадании на кожу вызывает сильные ожоги.

Химические свойства. Химические свойства фенола обусловлены наличием в его молекуле гидроксильной группы и бензольного кольца, которые влияют друг на друга.

Наличие в молекуле фенола гидроксильной группы обуславливает некоторые его сходства по химическим свойствам со спиртами. Влияние бензольного ядра на гидроксильную группу является причиной подвижности ее водородного атома, поэтому фенол в отличие от спиртов обладает свойствами слабых кислот и реагирует со щелочами. Гидроксильная группа придает атомам водорода бензольного кольца большую реакционную способность в положении 2, 4, 6.

Химические свойства фенолов, обусловленные гидроксильной группой:

1. Свойство, сходное со свойствами спиртов:



2. Свойство, отличающееся от свойства спиртов:

Сегодня на уроке:

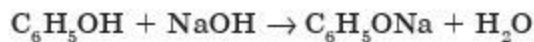
- познакомимся со свойствами фенола и узнаем области его применения.

Ключевые понятия

- фенол
- физические свойства
- химические свойства
- применение

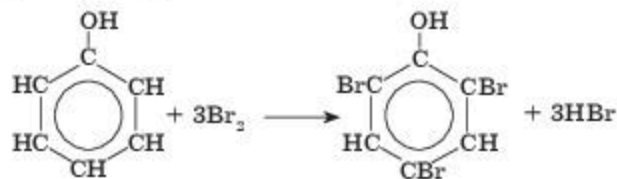


Рис. 55. Фенол



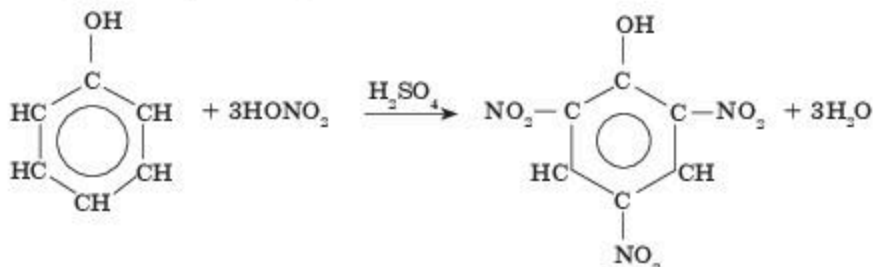
Химические свойства фенолов, обусловленные бензольным кольцом:

1. Реакция бромирования:



2,4,6-трибромфенол (белый осадок)

2. Реакция нитрования:



2,4,6-тринитрофенол или
пикриновая кислота

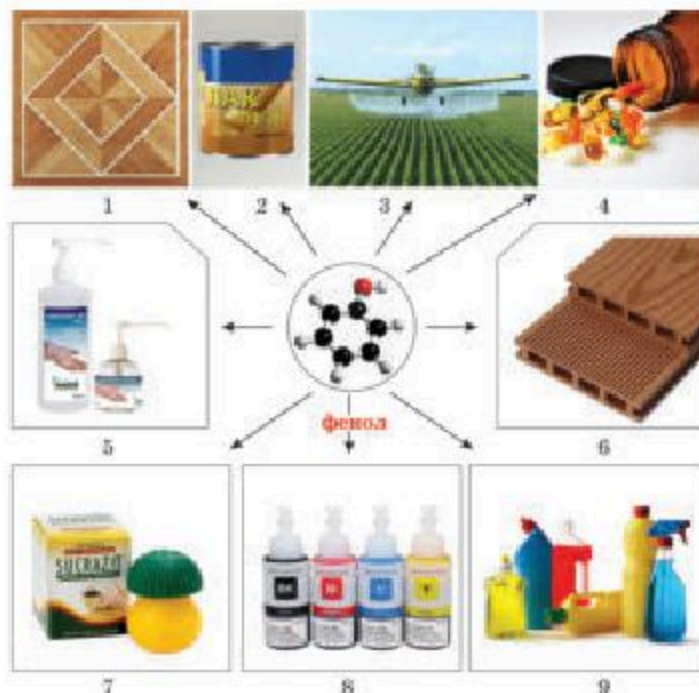


Рис. 56. Применение фенола для получения:

- 1 — капролактама; 2 — фенолформальдегидных смол; 3 — пестицидов;
4 — лекарственных препаратов; 5 — антисептиков; 6 — стабилизаторов полимеров;
7 — заменителей сахара; 8 — красителей; 9 — мощных средств



Применение. Фенол и его производные используются для получения лекарств, пластмасс, красителей, взрывчатых веществ, пестицидов, антисептиков (рис. 56). Пирокатехин используется для получения адреналина — гормона, вырабатываемого надпочечниками. Раствор фенола в воде имеет дезинфицирующие свойства.

Пластмассы на основе фенолформальдегидных смол обладают высокой прочностью, химической стойкостью, электроизоляционными свойствами. Из нее делают детали для радиотехнической аппаратуры и для аппаратуры, работающей при высокой температуре и в агрессивных средах. Нужно помнить, что фенол и его производные — ядовитые вещества как для человека, так и для окружающей среды, поэтому при помощи специальных устройств остатки фенола улавливают, побочные производственные продукты, содержащие фенол, каталитически окисляют, сточные воды обрабатывают озоном и т. д. Ученые разрабатывают и другие пути по защите окружающей среды.

Для качественного определения фенола используют реакцию взаимодействия фенола с хлоридом железа (III). Фенол с хлоридом железа (III) дает фиолетовое окрашивание.



Химические свойства фенола обусловлены наличием в его молекуле гидроксильной группы и бензольного кольца, которые взаимно влияют друг на друга. Фенол в отличие от спиртов обладает свойствами слабых кислот и реагирует со щелочами. Гидроксильная группа придает атомам водорода бензольного кольца большую реакционную способность в положении 2, 4, 6.



1. Составьте уравнения химических реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения: $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} \rightarrow$ 2,4,6-тринитрофенол.
2. Напишите уравнения химических реакций, подтверждающих генетическую связь между классами органических соединений по схеме: алкан \rightleftharpoons алкен \rightleftharpoons алкин \rightarrow ароматические углеводороды \rightarrow галогенопроизводные ароматических углеводородов \rightarrow фенолы.
 - 1. При обработке избытком натрия некоторого количества раствора фенола в этаноле выделилось 6,72 л (н. у.) газа, а при взаимодействии такого же количества смеси с бромной водой выпало 16,55 г осадка. Каков количественный состав спиртового раствора фенола?

Ответ: 11,5 г этанола и 4,7 г фенола.
 - 2. Вычислите, какова масса брома в растворе, если при действии на него избытком фенола выпало 24 г осадка.

Ответ: 34,4 г.

Знаешь ли ты?

Пикриновая кислота — кристаллическое вещество желтого цвета, поэтому ее еще в XIX столетии применяли в качестве желтого красителя... до случая, когда в Париже (1871) одно текстильное предприятие в результате взрыва было снесено с поверхности земли.

§ 31. АЛЬДЕГИДЫ, КЕТОНЫ

Сегодня на уроке:

- изучим альдегиды и кетоны.

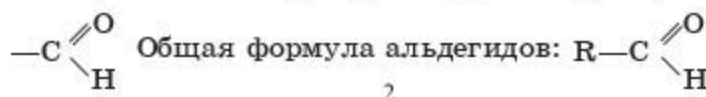
Ключевые понятия

- альдегиды
- кетоны
- строение
- изомерия
- номенклатура
- получения

Альдегиды и кетоны относятся к карбонильным соединениям. Карбонильные соединения — это производные углеводородов, которые содержат карбонильную группу >C=O . К карбонильным соединениям относятся альдегиды и кетоны.

Альдегиды — это карбонильные соединения, в молекулах которых карбонильная группа связана с атомом водорода и углеводородным радикалом. Исключением является формальдегид, или муравьиный альдегид. В этом соединении карбонильная группа соединена с двумя атомами водорода: $\text{H}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array}$

Молекулы всех альдегидов содержат функциональную группу



Модели молекул метаналь и этаналь представлены на рис. 57.

В кетонах карбонильная группа связана с двумя одинаковыми или разными углеводородными радикалами. Простейший представитель кетонов — ацетон (рис. 58).

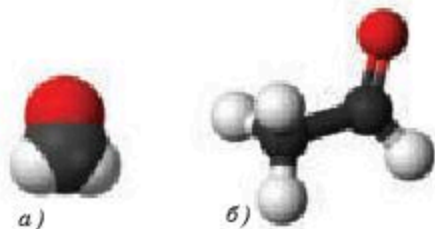


Рис. 57. Модели молекул:
а) метаналь; б) этаналь

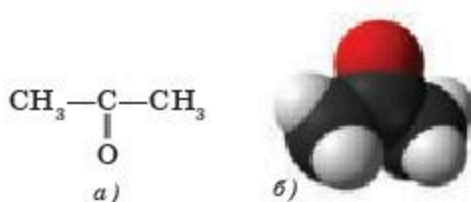
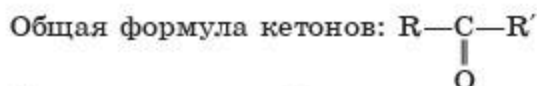
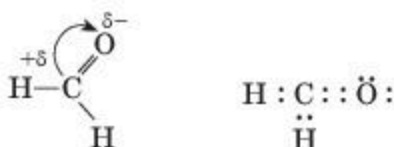


Рис. 58. а) структурная формула ацетона; б) модель молекулы ацетона



Строение молекул. Рассмотрим электронное строение формальдегида:



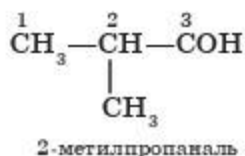


Атом углерода карбонильной группы соединен с тремя другими атомами, он образует с ними σ -связи. Двойная связь устанавливается между атомами (C—O) различной электроотрицательности, вследствие чего она полярна. Электронная плотность (главным образом π -связи как наиболее подвижной) смещена от атома углерода к атому кислорода, в результате чего углерод приобретает частично положительный заряд, кислород — частично отрицательный заряд.

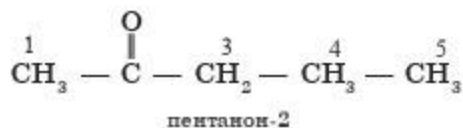
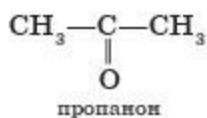
Изомерия и номенклатура. Изомерия альдегидов обусловлена изомерией углеродного скелета, и межклассовую изомерию с кетонами. Для кетонов характерна изомерия углеродного скелета и положения карбонильной группы.

По международной номенклатуре названия альдегидов образуются от названий соответствующих углеводородов с добавлением суффикса **-аль**. Некоторые альдегиды имеют тривиальные названия, или названия, произведенные от соответствующих кислот. HCHO — метаналь (формальдегид, муравьиный альдегид), $\text{CH}_3\text{—CHO}$ — этаналь (ацетальдегид, уксусный альдегид).

Для альдегидов разветвленной цепью перед названием указывают положения заместителей в углеродной цепи. Например,



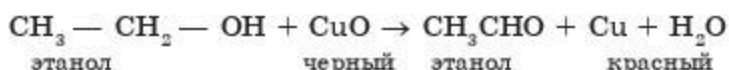
Названия кетонов производят от названий соответствующих алканов с добавлением суффикса **-он**:



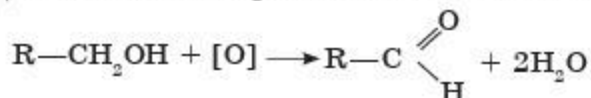
Нумерация цепи начинается с того конца, ближе к которому расположена карбонильная группа.

Получение. В лаборатории альдегиды получают окислением первичных спиртов. В качестве окислителей применяют оксид меди (II), пероксид водорода, перманганат калия и другие вещества.

Проведем такой опыт. Накалим в пламени спиртовки спираль из медной проволоки и опустим ее в пробирку со спиртом. Мы заметим, что проволока, покрываемая при нагревании темным налетом оксида меди (II), в спирте вновь становится блестящей, одновременно обнаруживается запах альдегида:

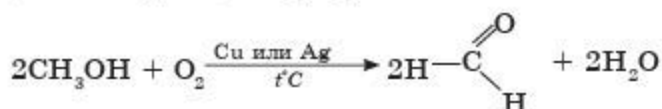


В общем виде окисление спиртов можно показать так:

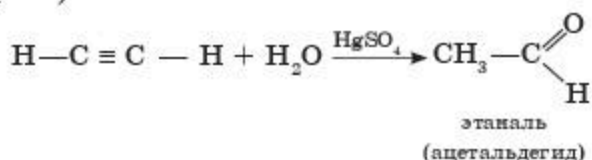


Для простоты окислитель обозначают в виде атома кислорода.

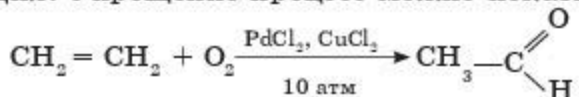
В промышленности основную массу формальдегида производят из метанола, пропуская его пары вместе с воздухом через реактор с раскаленной сеткой из меди или серебра:



Этаналь получают в промышленности преимущественно гидратацией ацетилена в присутствии солей ртути в качестве катализатора (реакция Кучерова).



Ацетальдегид можно получить каталитическим окислением этилена в присутствии медных, железных и палладиевых катализаторов. Для этого смесь этилена с воздухом пропускают через раствор солей меди, железа и палладия. Упрощенно процесс можно показать так:



Альдегиды и кетоны относятся к карбонильным соединениям. *Карбонильные соединения* — это производные углеводородов, которые содержат карбонильную группу $\text{C}=\text{O}$.

Альдегиды — это карбонильные соединения, в молекулах которых карбонильная группа связана с атомами водорода и углеводородным радикалом. В кетонах карбонильная группа связана с двумя одинаковыми или разными углеводородными радикалами. По международной номенклатуре названия альдегидов образуются от названий соответствующих углеводородов с добавлением суффикса **-аль**. Названия кетонов производят от названий соответствующих алканов с добавлением суффикса **-он**. Изомерия альдегидов обусловлена изомерией скелета, а также межклассовой изомерией кетонов.



- Какие соединения относят к альдегидам, а какие — к кетонам? Приведите примеры.
- Напишите структурные формулы альдегидов, образующихся при окислении спиртов:
 - пропилового $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$;
 - изопентилового $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$;
 - бутилового $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$.
- Напишите уравнения реакций для цепочек химических превращений:
 - алкен \rightarrow алкил галогенид \rightarrow спирт \rightarrow альдегид;
 - $\text{CH}_4 \rightarrow \text{CH} \equiv \text{CH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
- Составьте формулы пропанона, бутанона-2 и приведите формулы и названия изомерных альдегидов.
- Напишите структурные формулы следующих соединений:
 - 2-этилбутаналь; б) 3,4-диметилпентаналь; в) 4-метилпентанон-2.
- При взаимодействии 13,8 г этанола с 28 г оксида меди (II) получен альдегид массой 9,24 г. Определите массовую долю выхода продукта реакции.

Ответ: 70%.
- При окислении 10 мл метилового спирта ($\rho=0,8$ г/мл) получили 120 г 3%-ного раствора формальдегида. Какова массовая доля выхода продукта реакции ($\text{в}\%$)?

Ответ: 48%.
- Сколько граммов пропионового альдегида можно получить при окислении 100 г пропилового спирта, если выход альдегида составляет 90% от теоретического?

Ответ: 87,0 г.
- Напишите уравнения реакций получения из этана ацетальдегида. Определите, сколько литров (н. у.) этана вступает в реакцию, если получен 4,4 г ацетальдегида.

Ответ: 2,24 л.



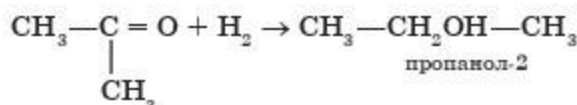
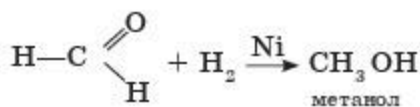
§ 32. СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ АЛЬДЕГИДОВ И КЕТОНОВ

Физические свойства. Метаналь (формальдегид) — бесцветный ядовитый газ с резким запахом. Водный (35—40%) раствор метанала называют *формалином*.

Остальные члены гомологического ряда альдегидов — жидкости, а высшие альдегиды — твердые вещества.

Ацетон — легколетучая жидкость.

Химические свойства. Кетоны, особенно альдегиды, весьма реакционноспособные соединения. Альдегиды и кетоны способны присоединять водород по двойной связи; альдегиды образуют при этом первичные спирты, кетоны — вторичные:



Сегодня на уроке:

- изучим свойства и применение альдегидов и кетонов.

Ключевые понятия

- альдегиды
- кетон
- физические свойства
- химические свойства
- применение



Ацетальдегид применяют в основном для получения уксусной кислоты, а также в некоторых органических синтезах.

Высшие альдегиды, содержащиеся в молекулах от 7 до 16 атомов углерода, широко применяются в парфюмерии, так как обладают приятным запахом.

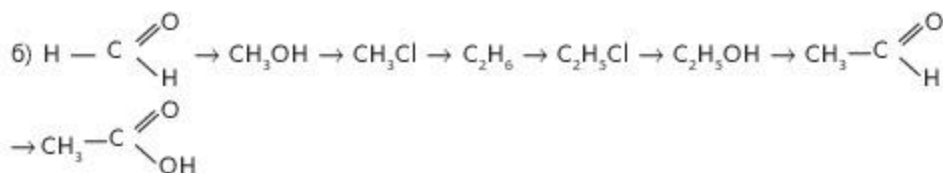
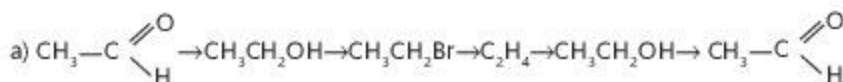
Ацетон и другие кетоны являются хорошими растворителями лаков, красок и синтетических смол.



Альдегиды и кетоны способны присоединять водород по двойной связи; альдегиды образуют при этом первичные спирты, кетоны — вторичные. Под влиянием карбонильного атома кислорода альдегиды окисляются по связи C — H в альдегидной группе и превращаются в карбоновые кислоты. В отличие от альдегидов кетоны не окисляются оксидом серебра (I) и гидроксидом меди (II).



1. Составьте уравнения реакций окисления этанола и пропанола.
2. Как можно двумя способами доказать, что в данном растворе содержится альдегид? Приведите уравнения соответствующих реакций.
3. Перечислите области применения важнейших альдегидов и кетонов.
4. Составьте уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:



1. В результате восстановления оксида серебра уксусным альдегидом образовалось 2,7 г серебра. Сколько граммов альдегида было при этом окислено?
Ответ: 1,1 г.
2. Вещество состава $\omega(\text{C}) = 54,55\%$, $\omega(\text{H}) = 9,09\%$, $\omega(\text{O}) = 36,36\%$ с плотностью по водороду равна 22 легко восстанавливает оксид серебра, образуя кислоту. Выведите структурную формулу этого вещества.
Ответ: этаналь.
3. В реакции "серебряного зеркала" с участием 1,32 г альдегида выпадает 6,48 г осадка. Выведите молекулярную формулу альдегида.

Ответ: ацетальдегид

§ 33. КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Сегодня на уроке:

- изучим карбоновые кислоты.

Ключевые понятия

- карбоновые кислоты
- классификация
- строение
- изомерия
- номенклатура
- получение

Карбоновыми кислотами называют органические вещества, содержащие карбоксильную группу — COOH .

Общая формула карбоновых кислот $\text{R}-\text{COOH}$ (рис. 60).

Классификация карбоновых кислот. По числу карбоксильных групп различают одноосновные (монокарбоновые), двухосновные (дикарбоновые) и т. д.

Например: CH_3COOH — уксусная кислота, $\text{HOOC}-\text{COOH}$ — щавелевая кислота.

Существуют и многоосновные карбоновые кислоты, содержащие более двух карбоксильных групп. К ним относится, например, трехосновная лимонная кислота:

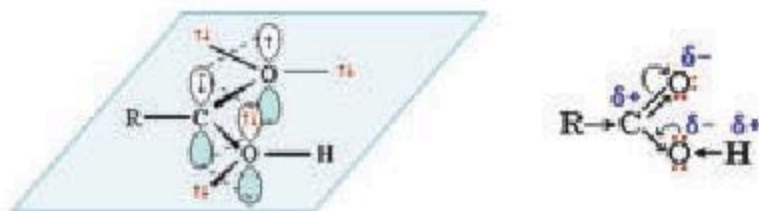
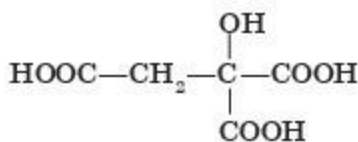


Рис. 60. Атомно-орбитальная модель и распределение электронной плотности



лимонная кислота

В зависимости от природы углеводородного радикала карбоновые кислоты делятся на **предельные, непредельные, ароматические**. Общая формула ряда одноосновных насыщенных карбоновых кислот $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$.

Номенклатура и изомерия. По международной номенклатуре названия кислот составляют из названий соответствующих углеводородов с прибавлением окончания **-овая** с добавлением слова **кислота**. Нумерацию углеродного скелета начинают с атома углерода карбоксильной группы.

Многие кислоты имеют и исторически сложившиеся, или тривиальные названия (табл. 20, рис. 61).

Названия карбоновых кислот

Химическая формула	Систематическое название кислоты	Тривиальное название кислоты
HCOOH	Метановая	Муравьиная
CH_3COOH	Этановая	Уксусная
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$	Пропановая	Пропионовая
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	Бутановая	Масляная
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	Пентановая	Валериановая
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	Гексановая	Капроновая
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{COOH}$	Гептановая	Энантовая
$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$	Гексадекановая	Пальмитиновая
$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$	Октадекановая	Стеариновая

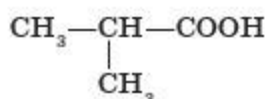


Рис. 61. Модели карбоновых кислот:

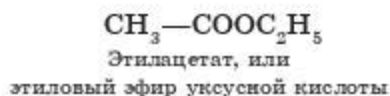
- а) муравьиная кислота (метановая); б) уксусная кислота (этановая);
в) пропионовая кислота (пропановая)

Для карбоновых кислот возможны различные виды изомерии в зависимости от типа кислоты.

Для насыщенных одноосновных кислот характерна структурная изомерия углеродного скелета и межклассовая изомерия со сложными эфирами:

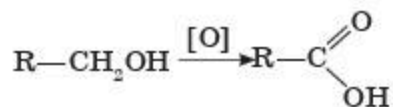


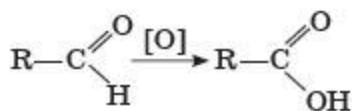
2-метилпропионовая кислота



Получение. Существуют следующие способы получения карбоновых кислот.

1. Окисление первичных спиртов и альдегидов:

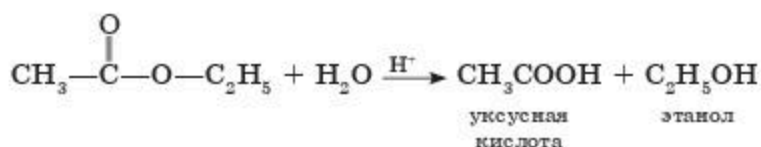




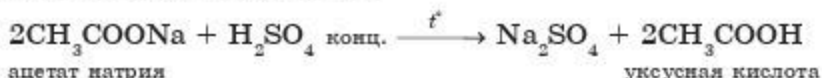
2. При окислении различных углеводородов также образуются карбоновые кислоты. В последнее время большое промышленное значение приобретает способ получения уксусной кислоты путем окисления бутана:



3. Гидролиз различных производных карбоновых кислот также приводит к получению кислот. Так, при гидролизе сложного эфира образуется спирт и карбоновая кислота:



В лаборатории карбоновые кислоты, как и неорганические кислоты, можно получить из их солей, действуя на них концентрированной серной кислотой при нагревании:



Карбоновыми кислотами называют производные углеводородов, содержащие в молекуле одну или несколько карбоксильных групп — COOH.

Общая формула карбоновых кислот $\text{R} - \text{COOH}$. По числу карбоксильных групп различают одноосновные (монокарбоновые), двухосновные (дикарбоновые) и т. д. В зависимости от природы углеводородного радикала карбоновые кислоты делятся на **предельные, непредельные, ароматические**. Карбоновые кислоты получают окислением углеводородов, спиртов, альдегидов.



1. Какие вещества называют *карбоновыми кислотами*? Какова их общая формула?
2. Как понимать выражение *одноосновные и двухосновные карбоновые кислоты*?
3. Напишите структурные формулы следующих карбоновых кислот:
 - а) муравьиной;
 - б) уксусной;
 - в) пропионовой.
4. Напишите структурные формулы и названия всех изомерных кислот состава $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ (четыре изомера).
5. При окислении этиленгликоля получилось соединение состава $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_3$, включающее две функциональные группы. Составьте структурную формулу этого соединения.



6. Составьте формулы карбоновых кислот, в которых одинаковое число атомов:
а) С и О; б) Н и О; в) С, Н и О (по 4).
1. По данным элементного анализа, двухосновная кислота, в которой атомы углерода связаны в неразветвленную цепь, содержат:
а) С — 49,3%; Н — 6,85%; О — 43,85%;
б) С — 34,6%; Н — 3,9%; О — 61,5%. Установите формулу кислоты.
2. Сколько моль кислорода расходуется при окислении 1 моль пропилового спирта в пропионовую кислоту? Определите молекулярные формулы кислот.
3. К раствору уксусной кислоты массой 80 г добавили избыток карбоната натрия. В результате образовался газ объемом 4,48 л (н. у.). Определите массовую долю уксусной кислоты в исходном растворе.
- Ответ: 30%.*
4. При сгорании 6 г насыщенной одноосновной карбоновой кислоты образовалось 4,48 л (н. у.) CO_2 . Определите формулу кислоты.



Извержение

Для эксперимента нужны: бутылка из-под газировки, противень, земля или песок, столовая ложка пищевой соды, чашка (250 мл) уксуса, красный пищевой краситель. Поставьте бутылку на противень. Со всех сторон засыпьте бутылку землей (песком), чтобы получилась горка. Не закрывайте бутылочное отверстие и постарайтесь, чтобы земля не попала в бутылку. Насыпьте в бутылку соду. Окрасьте уксус в красный цвет и залейте его в бутылку. Наблюдайте извержение углекислого газа.

§ 34. СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ

Физические свойства. Низшие карбоновые кислоты — жидкости с характерным резким запахом, хорошо растворимые в воде. Кислоты, содержащие от 4 до 9 атомов углерода — маслянистые жидкости с неприятным запахом, содержащие более 9 атомов углерода в молекуле — твердые вещества, которые не растворяются в воде. С повышением относительной молекулярной массы растворимость кислот в воде уменьшается, а температура кипения повышается.

Химические свойства. Для карбоновых кислот характерны те же свойства, что и для минеральных. Они взаимодействуют с металлами, стоящими в ряду активности до водорода, оксидами металлов, основаниями и солями.

Сегодня на уроке:

- изучим свойства и применение одноосновных предельных карбоновых кислот.

Ключевые понятия

- одноосновные предельные карбоновые кислоты
- физические свойства
- химические свойства
- применение



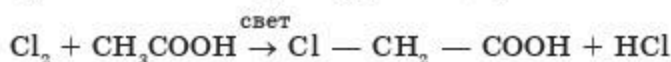
Во всех этих реакциях образуется соли карбоновых кислот. Соли муравьиной кислоты называются *формиатами*, уксусной — *ацетатами*, пропионовой — *пропионатами*. Общие свойства карбоновых кислот представлены в таблице 20.

Таблица 21

Общие свойства карбоновых кислот

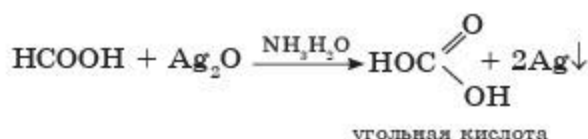
Химические реакции, характерные для кислот	
Неорганические	Органические
1. Диссоциация водных растворов кислот	
$\text{HNO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$	$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$
2. Взаимодействие с металлами	
$2\text{HCl} + \text{Ca} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$	$2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Ca} \rightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} + \text{H}_2\uparrow$ ацетат кальция
3. Взаимодействие с основными оксидами	
$2\text{HCl} + \text{CaO} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$	$2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CaO} = (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} + \text{H}_2\text{O}$
4. Взаимодействие с основаниями	
$\text{HCl} + \text{KOH} = \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{KOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOK} + \text{H}_2\text{O}$
5. Взаимодействие со спиртами	
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{HNO}_3 = \text{C}_2\text{H}_5\text{ONO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ сложный эфир этилового спирта и азотной кислоты	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OOCCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ Сложный эфир этилового спирта и уксусной кислоты — этилацетат

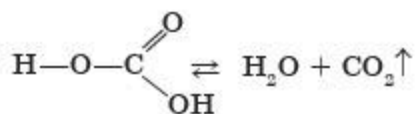
1. Карбоновые кислоты обладают и некоторыми специфическими свойствами, обусловленными наличием в их молекулах радикалов. Так, например, *уксусная кислота* реагирует с хлором:



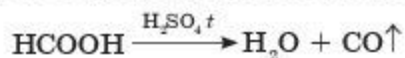
моноклоруксусная
кислота

2. *Муравьиная кислота* по химическим свойствам несколько отличается от других своих гомологов. Из-за особенности строения молекул муравьиная кислота легко окисляется, вступая в реакцию “серебряного зеркала”:





3. При нагревании с концентрированной серной кислотой муравьиная кислота отщепляет воду и образуется монооксид углерода:



Самой сильной из одноосновных карбоновых кислот является муравьиная кислота. Уксусная кислота значительно слабее. Следовательно, радикал метил CH_3- (и другие радикалы) оказывает влияние на карбоксильную группу.

Как мы заметили, в радикалах карбоновых кислот атомы водорода замещаются галогенами. При этом замещение легко происходит в углеводородном звене, которое находится ближе к карбоксильной группе. Тем самым карбоксильная группа влияет на углеводородный радикал, следовательно, их влияние взаимно.

Применение. Уксусную кислоту применяют для получения пластмасс и искусственного волокна. Ацетаты различных металлов используют для окрашивания тканей. Кроме того, раствор уксусной кислоты (уксус) широко применяют в пищевой промышленности и в быту.

Муравьиная кислота обладает дезинфицирующим свойством, поэтому находит свое применение в пищевой, кожевенной, фармацевтической промышленности, в медицине. Она также используется при крашении тканей и бумаги.

Натриевые и калиевые соли высших карбоновых кислот — основные составные части мыла.

Высшие карбоновые кислоты широко используются в парфюмерно-косметической промышленности, а также для получения различных моющих средств.

Пальмитиновая и стеариновые кислоты. Из высших предельных одноосновных карбоновых кислот наиболее важными являются пальмитиновая, $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$, и стеариновая кислота $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{16} - \text{COOH}$, $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$. В виде сложных эфиров глицерина они входят в состав растительных и животных жиров.

Этим кислотам свойственны те же реакции, что и другим карбоновым кислотам.

◆ Одноосновные непредельные кислоты — производные ненасыщенных углеводородов, у которых один атом водорода замещен карбоксильной группой.

Гомологический ряд одноосновных непредельных кислот начинается с акрила (пропена) $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{COOH}$, который можно рассматривать, как производное пропилена. Существуют кислоты, в углеводородном радикале которых имеются одна или несколько двойных связей между атомами углерода.



Двойная связь в молекуле олеиновой кислоты расположена между атомами C_9 — C_{10} : $CH_3(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7COOH$.

В молекуле линолевой кислоты имеются две двойные связи, и они расположены между атомами C_9 — C_{10} и C_{12} — C_{13} : $CH_3(CH_2)_3-(CH_2CH=CH)_2(CH_2)_7COOH$,

а в линолевой кислоте — между C_9 — C_{10} , C_{12} — C_{13} и C_{15} — C_{16} : $CH_3(CH_2CH=CH)_3(CH_2)_7COOH$.

Высшие непредельные карбоновые кислоты входят в состав растительных жиров в виде сложных эфиров глицерина.

Изомерия. Изомерия в группе непредельных одноосновных кислот связана с:

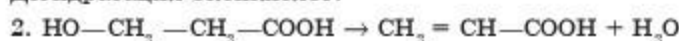
- изомерией углеродного скелета;
- положением двойной связи;
- цис-транс-изомерией.

Способы получения.

Дегидрогалогенирование галогензамещенных кислот:



Дегидратация оксикислот:



Физические свойства. Низшие непредельные кислоты — жидкости, растворимые в воде, с сильным острым запахом; высшие — твердые, не растворимые в воде вещества, без запаха.

Олеиновая кислота бесцветная жидкость, затвердевает на холоде.

Химические свойства. Химические свойства непредельных карбоновых кислот обусловлены как свойствами карбоксильной группы, так и свойствами двойной связи. Специфическими свойствами обладают кислоты с близко расположенной от карбоксильной группы двойной связью — альфа-, бета-непредельные кислоты. У этих кислот присоединение галогенводородов и гидратация идут против правила Марковникова:



3-оксипропановая кислота

При осторожном окислении образуются диоксикислоты:



OH 2,3-диоксипропановая кислота



Для карбоновых кислот характерны те же свойства, что и для минеральных. Они взаимодействуют с металлами, стоящими в ряду активности до водорода, оксидами металлов, основаниями и солями. Во всех этих реакциях образуются соли карбоновых кислот. Самой сильной из одноосновных карбоновых кислот является муравьиная кислота. Муравьиная кислота по химическим свойствам несколько отличается от других своих гомологов. Из-за особенности строения молекул муравьиная кислота легко окисляется, вступая в реакцию “серебряного зеркала”.



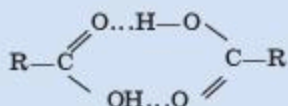
- Напишите уравнения реакций окисления альдегидов: а) муравьиного, б) пропионового — до соответствующих кислот.
- Составьте уравнения реакций муравьиной кислоты с: а) цинком, б) едким кали, в) содой. По каким признакам можно судить о прохождении реакции в каждом случае?



3. Составьте уравнения реакций получения уксусной кислоты, исходя из:
а) карбоната кальция;
б) метана.
4. Как исходя из этана, получить: а) простой эфир, б) сложный эфир? Приведите уравнения реакций.
- 1. На нейтрализацию предельной одноосновной карбоновой кислоты затрачено 4 г NaOH. В результате реакции получили 9,6 г соли. Определите формулу кислоты.
Ответы: C_2H_3COOH
- 2. На нейтрализацию смеси муравьиной и уксусной кислоты затратили 11,2 г KOH. При взаимодействии такой же смеси с избытком аммиачного раствора оксида серебра выпал металлический осадок массой 21,6 г. Определите массу уксусной кислоты в смеси.
Ответ: 6 г.
- 3. Какая масса метана образуется из соли, полученной при нагревании 6 г уксусной кислоты с избытком гидроксида натрия? Выход метана равен 85%.
Ответ: 1,36 г.

Знаешь ли ты?

Между молекулами карбоновых кислот образуются более прочные водородные связи, чем между молекулами спиртов, поэтому молекулы кислот обычно образуют димерные молекулы:



Знаешь ли ты?

Безводная уксусная кислота — безводная жидкость с резким запахом, при охлаждении до температуры ниже, чем ее температура плавления (16,3°C), превращается в кристаллическую массу, похожую на лед, поэтому безводную уксусную кислоту называют ледяной уксусной кислотой.

Знаешь ли ты?

В уксусной эссенции содержится 60—80% уксусной кислоты, в концентрированной технической уксусной кислоте — 95—96%, а в столовом уксусе содержание кислоты составляет 3—5%.

Знаешь ли ты?

Почему жжется крапива и болит укус от муравьев? На коже возникает чувство жжения за счет действия муравьиной кислоты, которая попадает в ранку.



Опыты с уксусной кислотой

Проделайте дома доступные опыты с уксусной кислотой, например: а) проверьте действие на мел; б) изменяет ли она окраску некоторых растительных соков.

Умей применять знания по химии.

Если потребуется отвинтить ржавую гайку, то рекомендуется вечером положить на нее тряпку, смоченную в уксусной кислоте. Утром отвинтить эту гайку будет значительно легче.

§ 35. ПРОСТЫЕ ЭФИРЫ

Сегодня на уроке:

- изучим простые эфиры.

Ключевые понятия

- простые эфиры
- строение
- номенклатура
- получение
- свойства
- применение



Рис. 62. Модель диметилового эфира

Простыми эфирами называют органические вещества, молекулы которых состоят из углеводородных радикалов, соединенных атомом кислорода: $R-O-R$,

где R и R' — различные или одинаковые радикалы (рис. 62). Простые эфиры являются изомерами спиртов.

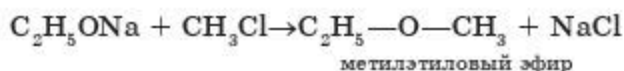
Номенклатура. Названия этих соединений состоят из названий радикалов и слова “эфир” (название класса). Для симметричных эфиров ROR' используется приставка *-ди-* перед названием радикала, а в названиях несимметричных эфиров ROR' радикалы указываются в алфавитном порядке. Например, CH_3OCH_3 — диметилвый эфир; $C_2H_5OCH_3$ — метилэтиловый эфир.

Получение. Симметричные простые эфиры $R-O-R$ получают при межмолекулярной дегидратации спиртов:



диэтиловый эфир

Эфиры несимметричного строения $R-C-R'$ образуются при взаимодействии алкоголята и галогенуглеводорода:

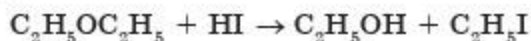


Физические свойства. Простые эфиры представляют собой бесцветные жидкости с характерным запахом. Простые эфиры имеют более низкие температуры кипения и плавления, чем изомерные им спирты. Эфиры практически не смешиваются с водой. Это объясняется тем, что простые эфиры не образуют водородных связей, так как в их молекулах отсутствуют полярные связи $O-H$.

Химические свойства. Простые эфиры — малоактивные соединения, они значительно менее реакционноспособны, чем спирты. Хорошо растворяют многие органические вещества и поэтому часто используются как растворители.

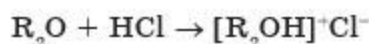
Наиболее характерные реакции простых эфиров:

1. Разложение под действием концентрированных йодоводородной или бромоводородной кислот:

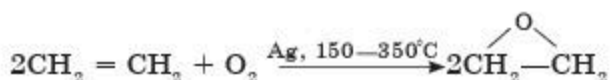




2. Образование нестойких солей оксония (подобных солям аммония) в результате взаимодействия с сильными кислотами:



К важнейшим простым эфирам относятся и гетероциклические кислородсодержащие соединения — этиленоксид (эпоксид).



Применение. Применение простых эфиров обусловлено тем, что могут очень хорошо растворять многие жиры, смолы и лаки. Часто применяется диэтиловый эфир $(C_2H_5)_2O$ техническое название которого — “серный эфир”, который получается при участии серной кислоты. Простые эфиры применяются в органическом синтезе для очистки среды протекания реакции или выделения некоторых веществ (спиртов) из водных растворов. В медицине диэтиловый эфир применяется в качестве наркоза. Диизопропиловый эфир применяется в качестве растворителя, а также присадки для повышения октановых чисел моторных масел.



Простыми эфирами называют органические вещества, молекулы которых состоят из углеводородных радикалов, соединенных атомом кислорода. Простые эфиры являются изомерами одноатомных спиртов. Простые эфиры — малоактивные соединения, они значительно менее реакционноспособны, чем спирты. Хорошо растворяют многие органические вещества и поэтому часто используются как растворители.



1. Напишите уравнения реакций, соответствующие следующей последовательности превращений: $C_2H_5Cl \rightarrow C_2H_5O \rightarrow C_4H_{10}O$
 2. Напишите уравнения реакций, соответствующие следующей последовательности превращений. В уравнениях укажите структурные формулы реагентов и продуктов реакций:
 $C_4H_{10}O_2 \rightarrow C_4H_8Cl_2 \rightarrow C_4H_8 \rightarrow C_4H_{10}O$
 3. Какие два вещества могут получиться при нагревании пропанол-1 с концентрированной серной кислотой? Ответ подтвердите уравнениями реакций.
- 1. Из 18,4 г этанола было получено 6 г простого эфира. Вычислите выход продукта в реакции дегидратации.
Ответ: 40,5%.
 - 2. Какая масса пропанола-1 вступила в реакцию дегидратации, если продукт реакции может полностью обесцветить 180 г 20%-го раствора брома в тетрахлорметане?
Ответ: 13,5 г.



§36. СЛОЖНЫЕ ЭФИРЫ

Сегодня на уроке:

- изучим сложные эфиры.

Ключевые понятия

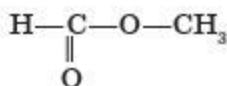
- строение
- изомерия
- получение
- физические свойства
- химические свойства

При изучении кислот мы неоднократно встречались с их производными — сложными эфирами.

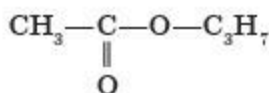
Общую формулу сложного эфира можно

представить: $R-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-OR'$, где R и R' могут быть как одинаковыми, так и различными углеводородными радикалами. К сложным эфирам относятся также животные жиры и растительные масла, но они значительно отличаются от других сложных эфиров по некоторым свойствам и их роли в биологических процессах.

Номенклатура. Названия сложных эфиров складываются от названий кислот и спиртов, остатки которых содержатся в их молекулах, например:



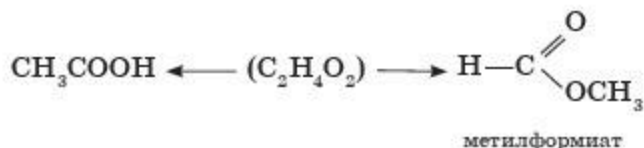
метилвый эфир муравьиной кислоты; (метилформиат)



Пропиловый эфир уксусной кислоты (пропилацетат).

Изомерия сложных эфиров определяется изомерией углеводородных радикалов кислот и спиртов, составляющих сложный эфир.

Сложные эфиры изомерны предельным монокарбоновым кислотам, например:



Нахождение в природе. Сложные эфиры широко распространены в природе. Часто встречаются в растениях придавая аромат цветам, запах плодам и ягодам

Получение. Самой распространенной реакцией получения сложных эфиров является реакция этерификации, в которой взаимодействуют карбоновая кислота и спирт. Реакция проводится в



Рис. 63. Применение сложных эфиров для получения:

- 1 — красок; 2 — лаков; 3 — пищевых добавок; 4 — искусственных волокон; 5 — полимеров;
6 — клея; 7 — парфюмерных и косметических изделий; 8 — медицинских препаратов



Сложные эфиры — функциональные производные карбоновых кислот.

Общую формулу сложного эфира можно предста-

вить: $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OR}'$, где R и R' могут быть как одинаковыми, так и различными углеводородными радикалами.

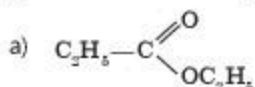
К сложным эфирам относятся также животные жиры и растительные масла, но они значительно отличаются от других сложных эфиров по некоторым свойствам и их роли в биологических процессах. Приятный аромат цветов, плодов и ягод обусловлен присутствием в них тех или иных сложных эфиров.



Самой распространенной реакцией получения сложных эфиров является реакция этерификации, в которой взаимодействуют карбоновая кислота и спирт.



1. Составьте уравнения реакций этерификации между:
а) уксусной кислотой и 3-метилбутанол-1;
б) масляной кислотой и пропанол-1. Что можно сказать о свойствах образующихся эфиров?
2. Дайте названия следующим эфирам:



3. Составьте уравнения реакций получения:
а) метилового эфира муравьиной кислоты, исходя из метана;
б) этилового эфира уксусной кислоты, исходя из этилена.
 4. Составьте формулы всех изомерных кислот и сложных эфиров, отвечающих формуле $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$.
- 1. Относительная плотность паров сложного эфира по водороду равна 30. Приведите структурную формулу этого эфира.
Ответ: метилформиат.
 - 2. При нагревании метанола массой 19,2 г и уксусной кислоты массой 28,8 г получен метилацетат массой 29,6 г. Определите массовую долю выхода эфира.
Ответ: 83,3%.
 - 3. Рассчитайте массу пропанол-1 и муравьиной кислоты, которые надо взять для получения пропилформиата объемом 200 мл (плотность эфира равна 0,906 г/мл).
Ответ: 123,5 г; 94,7 г.

§ 37. ЖИРЫ

Жиры — природные соединения, которые представляют собой сложные эфиры глицерина и высших карбоновых кислот.

Строение жиров. Строение жиров было установлено благодаря трудам французских химиков Э. Шеврёля и М. Бертло. При нагревании жиров с водой (в щелочной среде) в начале XIX в. Э. Шеврёль установил, что жиры расщепляются, образуя глицерин и различные карбоновые кислоты (стеариновая, олеиновая и др.). М. Бертло осуществил обратную реакцию: при нагревании глицерина с высшими карбоновыми кислотами он получил жиры и воду.

На основании этих экспериментов сделали вывод: жиры — это сложные эфиры глицерина и карбоновых кислот (триглицериды).

Общую формулу жира можно представить в виде:

Сегодня на уроке:

- изучим жиры.

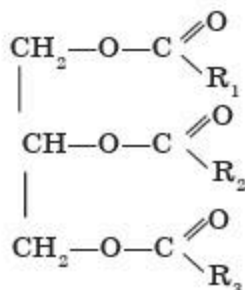
Ключевые понятия

- строение
- получение
- физические свойства
- химические свойства



**М. Шеврёль
(1786—1889)**

Впервые химический состав жиров определил в начале прошлого века французский химик Мишель Эжен Шеврёль.



В образовании жира могут принимать участие как одинаковые (R, R, R), так и разные (R₁, R₂, R₃) кислоты.

Большинство твердых жиров образовано тремя карбоновыми кислотами: олеиновой C₁₇H₃₃COOH, пальмитиновой C₁₅H₃₁COOH и стеариновой C₁₇H₃₅COOH. В обычных условиях жиры, содержащие в своем составе остатки непредельных кислот, чаще всего бывают *жидкими*. C₁₇H₃₃COOH олеиновая кислота, C₁₇H₃₁COOH линоленовая кислота. Их называют маслами. В основном это жиры растительного происхождения — льняное, подсолнечное и др. Реже встречаются жидкие жиры животного происхождения, например, рыбий жир.

Большинство природных жиров животного происхождения при обычных условиях твердые вещества и содержат в основном остатки предельных карбоновых кислот, например бараний жир. Однако, пальмовое масло — твердый в обычных условиях жир.

Общее название жиров триглицериды.

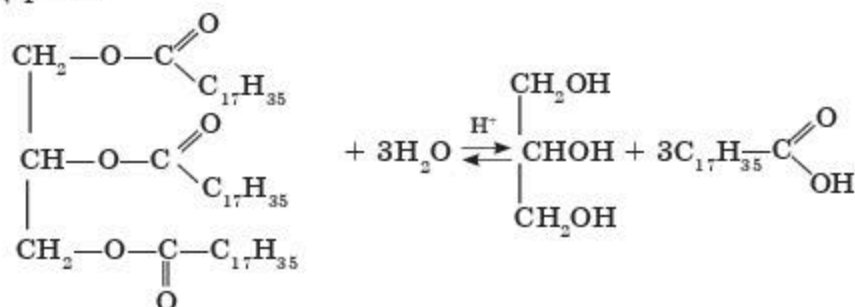
Физические свойства. Природные жиры не имеют конкретной температуры плавления (“точки плавления”), они предварительно размягчаются и плавятся в определенном интервале температуры. Температура затвердевания жира тем выше, чем больше в нем содержание остатков предельных кислот. Жиры легко растворяются в органических растворителях и практически не растворяются в воде.

Химические свойства. Химические свойства жиров определяются принадлежностью их к классу сложных эфиров, поэтому для них ха-

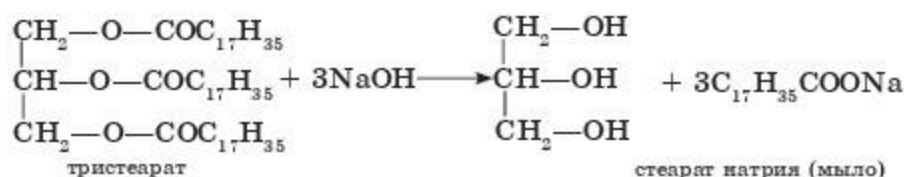


рактерна реакция — гидролиз. Гидролиз жиров происходит в кислой или щелочной среде при повышенной температуре.

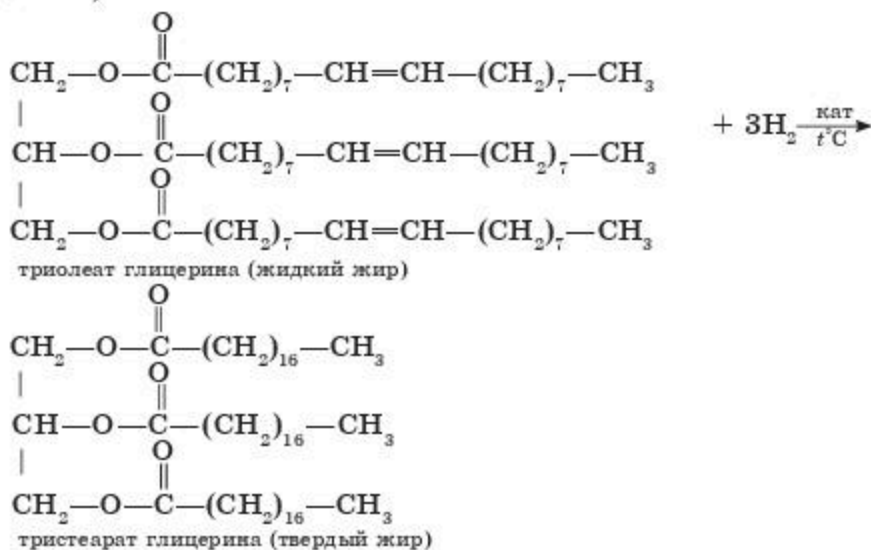
Кислотный гидролиз приводит к образованию карбоновых кислот и глицерина:



Щелочной гидролиз (омыление жиров) приводит к образованию солей жирных кислот (мыла) и глицерина:



Триглицериды, содержащие остатки непредельных кислот, подвергаются гидрированию. В промышленности гидрирование жидких жиров используется для превращения их в более ценные твердые жиры (саломас).



Таким образом, из растительного масла в промышленности получают *маргарин*.



**Марселен Берто
(1857—1907)**

В 1854 г. французский химик Марселен Берто провёл реакцию этерификации между глицерином и жирными кислотами и таким образом впервые синтезировал жир.

Применение. Жиры — важная часть пищи человека. В организме человека они подвергаются гидролизу, а продукты гидролиза используются для синтеза жиров, свойственных данному организму. Питательная ценность жиров выше, чем углеводов и белков. При окислении 1 г жира выделяется примерно 39 кДж энергии. Жиры в организме служат резервным питательным веществом, а также выполняют защитную и теплоизоляционную функции. Кроме того, жиры применяются для получения глицерина, высших карбоновых кислот, мыла.



Природные соединения, которые представляют собой сложные эфиры глицерина высших карбоновых кислот. Жиры бывают твердые и жидкие (масло), животного и растительного происхождения. Твердые жиры образованы преимущественно высшими предельными карбоновыми кислотами, а жидкие жиры образованы главным образом высшими непредельными карбоновыми кислотами. В промышленности гидрирование жидких жиров используется для превращения их в более ценные твердые жиры. Жиры — важная часть пищи человека (рис. 64).



Рис. 64. Твердые и жидкие жиры



1. Какие вещества называют жирами?
2. Чем отличаются твердые жиры от жидких?
3. Где в природе встречаются жиры?
4. К какому классу производных карбоновых кислот принадлежат жиры и какова их общая формула?
5. Напишите структурные формулы всех возможных триглицеридов, образованных остатками олеиновой, пальмитиновой и стеариновой кислот.
6. Напишите уравнения реакций гидролиза жира (триглицерида) в:
а) кислой среде; б) щелочной среде.
7. Напишите уравнение реакции гидрирования триолеина.

- 1. На гидрирование образца жира триолеина затратили 336 л (н. у.) водорода. Сколько жира по массе подвергли гидрированию и сколько получили продукта?
Ответ: 4420 г триолеина и 4450 г маргарина.
- 2. Сколько по массе мыла получится при гидролизе 100 кг жира тристеарина, содержащего 10% примесей, если выход в реакции 90%?
Ответ: 83,3 кг.
- 3. На полное сгорание 0,3 моль жира было израсходовано 383 л кислорода (н. у.) и при этом образовалось 275,5 л углекислого газа (н. у.). Определите молекулярную массу жира (г/моль).

Ответ: 664 г/моль.

Знаешь ли ты?

Чтобы маргарин имел желтый цвет, в него добавляют немного каротина, который содержится, например, в моркови. Каротин называют также провитамином А, так как в организме животных он может превращаться в витамин А.



Проделайте дома следующие опыты: а) выведите при помощи бензина жирные пятна с одежды; б) сравните пенообразование обычного мыла и синтетического моющего порошка в жесткой воде; в) произведите смягчение воды добавкой соды и кипячением и проверьте результаты.

§ 38. МЫЛА И СИНТЕТИЧЕСКИЕ МОЮЩИЕ СРЕДСТВА

Мыла — это соли высших карбоновых кислот. Обычные мыла состоят, главным образом из смеси пальмитиновой, стеариновой и олеиновой кислот. Натриевые соли образуют твердые мыла, калиевые соли — жидкие мыла.

Мыла получают при гидролизе жиров в присутствии щелочей.

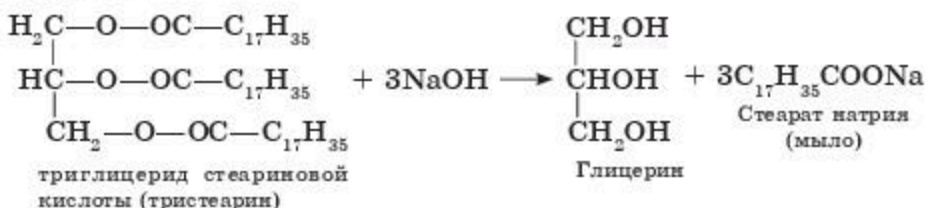
Сегодня на уроке:

- изучим мыла и синтетические моющие средства



Жир + щелочь = соли жирных кислот и глицерин.

Например:



Ключевые понятия

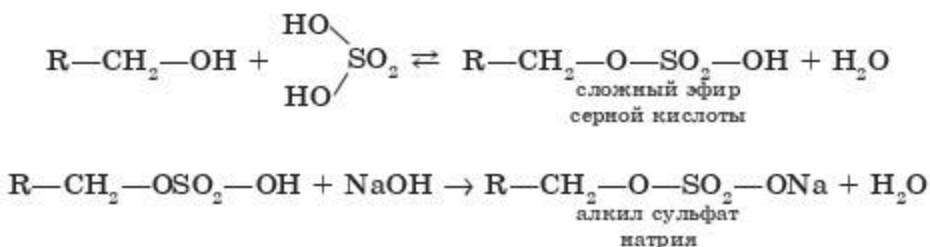
- мыла
- синтетические моющие средства
- поверхностно активные вещества

Отсюда реакция, обратная этерификации получила названия реакции омыления. **Омыление** — это гидролиз сложных эфиров под действием щёлочи. Омыление жиров может протекать и в присутствии серной кислоты (кислотное омыление). При этом получают глицерин и высшие карбоновые кислоты. Последние действием щелочи или соды переводят в мыла.

Исходным сырьем для получения мыла служат растительные масла (подсолнечное, хлопковое и др.), животные жиры, а также гидроксид натрия или кальцинированная сода. Растительные масла предварительно подвергаются гидрогенизации, т.е. их превращают в твердые жиры. Применяются также заменители жиров — синтетические карбоновые жирные кислоты с большой молекулярной массой.

Производство мыла требует больших количеств сырья, поэтому поставлена задача получения мыла из непищевых продуктов. Необходимые для производства мыла карбоновые кислоты получают окислением парафина. Нейтрализацией кислот, содержащих от 10 до 16 углеродных атомов в молекуле, получают туалетное мыло, а из кислот, содержащих от 17 до 21 атома углерода, — хозяйственное мыло и мыло для технических целей. Мыло, получаемое из жиров, плохо моет в жесткой воде. Поэтому наряду с мылом из синтетических кислот производят синтетические моющие средства (СМС) из других видов сырья, например из алкилсульфатов — солей сложных эфиров высших спиртов и серной кислоты.

В общем виде образование таких солей можно изобразить уравнениями:





Эти соли содержат в молекуле от 12 до 14 углеродных атомов и обладают очень хорошими моющими свойствами. Кальциевые и магниевые соли растворимы в воде, а потому такие мыла моют и в жесткой воде. Алкилсульфаты содержатся во многих стиральных порошках.

Синтетические моющие средства высвобождают сотни тысяч тонн пищевого сырья — растительных масел и жиров.

Свойства мыла. Поверхностный слой дистиллированной воды находится в натянутом состоянии подобно упругой пленке. При добавлении мыла и некоторых других растворимых в воде веществ поверхностное натяжение воды уменьшается. Мыло и другие моющие вещества относят к поверхностно-активным веществам (ПАВ). Они уменьшают поверхностное натяжение воды, усиливая тем самым моющие свойства воды (Рис. 65).

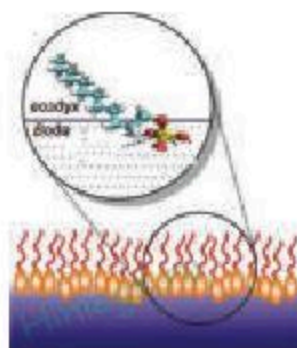


Рис. 65

Молекулы ПАВ на пограничной поверхности располагаются так, что гидрофильные группы карбоксильных анионов направлены в воду, а углеводородные гидрофобные выталкиваются из нее (рис. 66). Такая водная поверхность имеет меньшее поверхностное натяжение, что способствует быстрому и полному смачиванию загрязненных поверхностей.

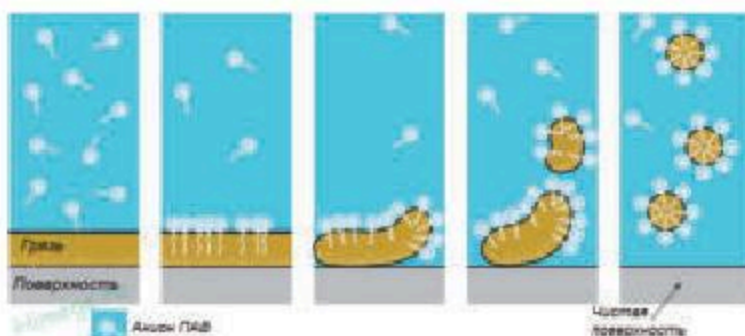


Рис. 66

Использование чрезмерного количества этих средств приводит к загрязнению окружающей среды. Многие ПАВ трудно поддаются биологическому разложению. Поступая со сточными водами в реки и озера, они загрязняют окружающую среду. В результате образуются целые горы пены в канализационных трубах, реках, озерах, куда попадают промышленные и бытовые стоки. Использование некоторых ПАВ приводит к гибели всех живых обитателей в воде.

Мыла, полученные из жиров, содержат неразветвленные углеводородные цепи, которые разрушаются бактериями. В то же время в состав

некоторых СМС входят алкилсульфаты или алкил(арил)сульфонаты с углеводородными цепями, имеющими разветвленное или ароматическое строение. Такие соединения бактерии “переварить” не могут. Поэтому при создании новых ПАВ необходимо учитывать не только их эффективность, но и способность к биологическому распаду – уничтожению некоторыми видами микроорганизмов.



В состав мыла входят соли пальмитиновой, стеариновой кислот. Растворимость мыла в воде связана с наличием в его составе катиона металла.

СМС (синтетические моющие средства) — натриевые соли синтетических кислот. СМС в основном состоят из алкилсульфатных солей натрия $RO-SO_2-ONa$.

R — углеводородный радикал, имеющий в составе от 8 до 18 атомов углерода.



1. Объясните химический состав мыла.
 2. Для каких практических целей используется процесс омыления жиров?
 3. В чём отличие состава твёрдого и жидкого мыла?
 4. Почему мыло “отъедает” грязь? В чём заключается моющее действие мыла?
 5. Почему мыло плохо мылится в морской воде?
 6. Как вы думаете, почему раствор мыла имеет щелочную среду? Ответ поясните уравнением реакции.
 7. При стирке белья в жёсткой воде расход мыла значительно увеличивается. Чем это можно объяснить?
 8. Как правильно выбрать мыло для умывания?
 9. В чём преимущества использования синтетических моющих средств по сравнению с мылом?
 10. Почему раствор мыла, попадая в реку или озеро, быстро разлагается, а некоторые ПАВ нет?
- 1. Стеарат калия – важный компонент жидкого мыла. Рассчитайте массу гидроксида калия и тристеарата, которые потребуются для получения стеарата калия массой 805 кг. Выход продукта составляет 80%.

Ответ 927кг тристеарата, 175 кг гидроксида калия.

Знаешь ли ты?

До изобретения мыла жир и грязь с кожи удаляли золой и мелким речным песком.

§ 39. УГЛЕВОДЫ. ГЛЮКОЗА

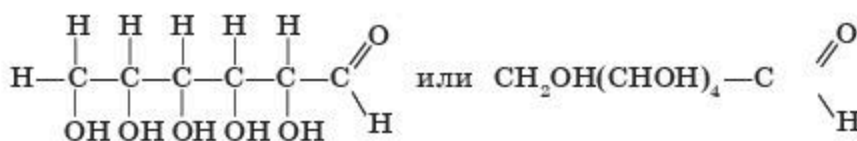
Углеводы широко распространены в природе и играют важную роль в жизни человека.

Общая формула углеводов — $C_n(H_2O)_m$, т. е. они как бы состоят из углерода и воды, отсюда и название класса, которое имеет исторические корни.

Углеводы в зависимости от их строения подразделяются на *моносахариды*, *дисахариды* и *полисахариды*.

Простейшим и важным моносахаридом является глюкоза.

Строение. Состав глюкозы выражается формулой $C_6H_{12}O_6$. Химическое строение глюкозы можно выразить следующей формулой:



Как видно, глюкоза одновременно и альдегид, и многоатомный спирт — она *альдегидоспирт* (рис. 67).

Но в действительности, глюкоза может существовать в форме циклических молекул: α - и β -глюкозы:

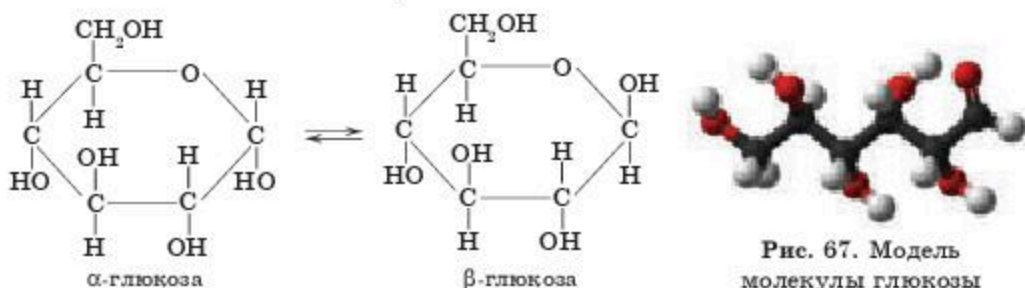


Рис. 67. Модель молекулы глюкозы

Межклассовым изомером глюкозы является фруктоза, находящаяся во фруктах и меде. Она слаще глюкозы. Фруктоза является кетоноспиртом.

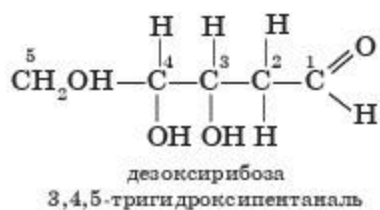
◆ Из пентоз большой интерес представляют рибоза $C_5H_{10}O_5$ и дезоксирибоза $C_5H_{10}O_4$, входящие в состав нуклеиновых кислот, их структурные формулы показаны ниже:

Сегодня на уроке:

- поймем, что глюкоза является альдегидоспиртом.

Ключевые понятия

- углеводы
- моносахариды
- глюкоза
- строение
- получение
- свойства
- применение



Как видим, рибоза и дезоксирибоза — бифункциональные соединения (содержат две функциональные группы), в молекуле дезоксирибозы отсутствует атом кислорода у второго атома С. Название “дезоксирибоза” показывает, что по сравнению с рибозой в ее молекуле на одну группу ОН меньше.

Физические свойства. Глюкоза бесцветное (белое) кристаллическое вещество, хорошо растворимое в воде, сладкое на вкус, имеющее невысокую температуру плавления.

Нахождение в природе. Глюкоза содержится почти во всех органах зеленых растений. Особенно много глюкозы в соке винограда и в спелых фруктах, ягодах. Иногда глюкозу называют “виноградным сахаром”. В смеси с фруктозой она составляет значительную часть меда.

В крови человека и животных постоянно содержится около 0,1% глюкозы (80—120 мг в 100 мл крови).

Получение. В природе глюкоза наряду с другими углеводами образуется в результате реакции фотосинтеза (рис. 68):

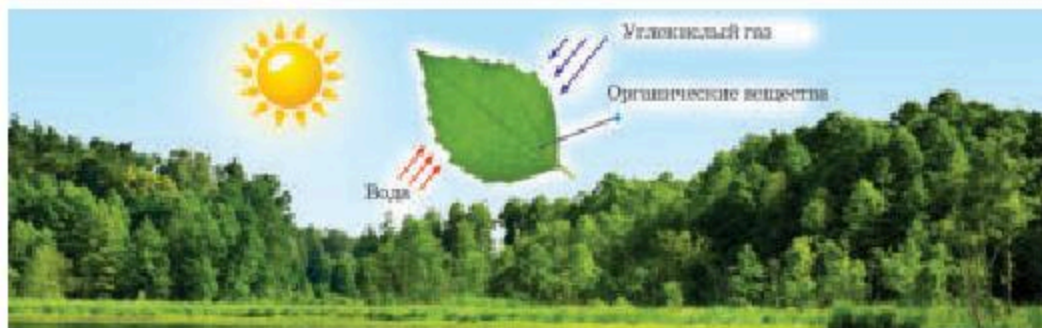
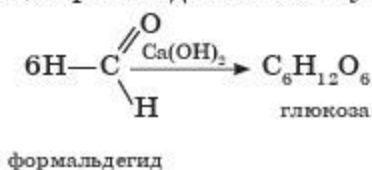
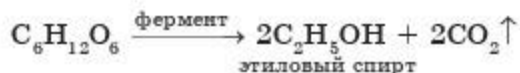


Рис. 68. Фотосинтез

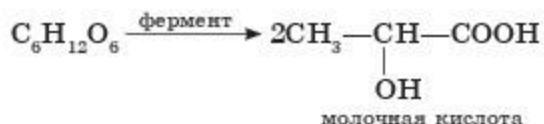
Первый синтез моносахаридов из формальдегида в присутствии гидроксида кальция был произведен А. М. Бутлеровым в 1861 г.



1. Спиртовое брожение:



2. Молочнокислородное брожение:



Применение. Глюкоза — ценное питательное вещество. Как вещество, легко усваиваемое организмом и дающее ему энергию, глюкоза находит непосредственное применение в качестве укрепляющего лечебного средства. Широко применяют глюкозу в кондитерском деле (изготовление карамели, мармелада и т. д.).

Как восстановитель она используется при изготовлении зеркал и елочных украшений. Брожением глюкозы могут быть получены молочная кислота и другие продукты.



Углеводы широко распространены в природе и играют важную роль в жизни человека.

Углеводы в зависимости от их строения подразделяются на моносахариды, дисахариды и полисахариды.

Простейшим и важным моносахаридом является глюкоза. Глюкоза — вещество с двойственной химической функцией, проявляет химические свойства, характерные для альдегидов и многоатомных спиртов. Кроме того, она обладает и некоторыми специфическими свойствами.



1. Какие вещества относят к углеводам и почему им было дано такое название?
 2. Как классифицируют углеводы и почему?
 3. Как опытным путем можно доказать, что в молекуле глюкозы пять гидроксильных групп и одна альдегидная группа?
 4. Какие химические свойства глюкозы и глицерина являются общими и чем эти вещества отличаются друг от друга? Напишите уравнения соответствующих реакций.
 5. Какова роль глюкозы в живых организмах?
 6. Составьте уравнения реакций: а) окисление глюкозы гидроксидом меди (II); б) восстановление глюкозы в шестиатомный спирт.
- 1. Путем брожения глюкозы получено 115 г спирта. Какой объем займет образовавшийся при этом углекислый газ (н. у.)?
- Ответ: 56 л.*
- 2. При брожении глюкозы образовалось 112 л (н. у.) газа CO_2 . Сколько глюкозы (в граммах) подверглось брожению?

Ответ: 450 г.

- 3*. Сколько граммов глюкозы было подвергнуто спиртовому брожению, протекающему с выходом 80%, если для нейтрализации образующегося при этом CO_2 потребовалось 65,57 мл 20%-ного раствора гидроксида натрия ($\rho = 1,22 \text{ г/мл}$)?

Ответ: 22,5 г.

Знаешь ли ты?

Превышение содержания глюкозы в крови уровня 180 мг в 100 мл крови свидетельствует о нарушении углеводного обмена и развитии опасного заболевания — сахарного диабета.

§ 40. ДИСАХАРИДЫ. САХАРОЗА

Дисахаридами называют вещества, состоящие из двух одинаковых или различных остатков моносахаридов. Важнейшими из них являются сахароза (рис. 69), мальтоза и лактоза. Все они являются изомерами и имеют формулу $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, однако они имеют различное строение.

Строение. Сахароза имеет более сложное строение, чем глюкоза.

Наличие гидроксильных групп в молекуле сахарозы легко подтверждается реакцией с гидроксидом меди (II). Если раствор сахарозы прилить к гидроксиду меди (II), то образуется ярко-синий раствор сахарата меди (II). Реакцию “серебряного зеркала” с сахарозой осуществить не удастся. Следовательно, сахароза в отличие от глюкозы не является альдегидом, но в ее молекуле имеются гидроксильные группы. Важные данные для суждения о строении сахарозы можно получить на основе изучения ее реакции с водой. Если прокипятить раствор сахарозы с несколькими каплями соляной или серной кислоты, то раствор с гидроксидом

Сегодня на уроке:

- познакомимся с дисахаридами.

Ключевые понятия

- дисахариды
- сахароза
- строение
- получения
- свойства
- применения



Рис. 69. Сахароза

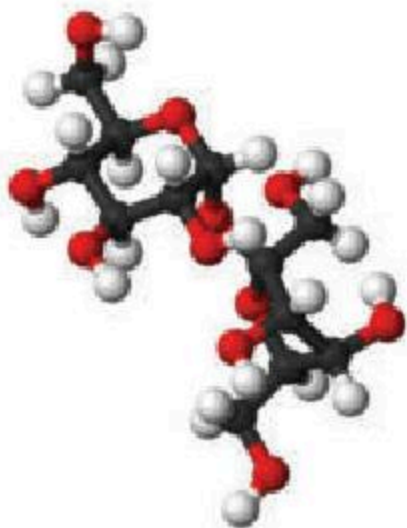


Рис. 70. Модель молекулы сахарозы

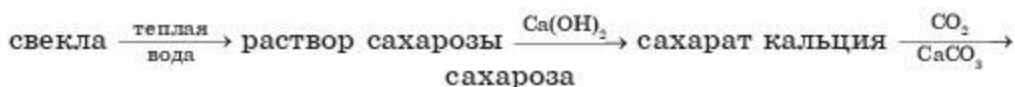
меди (II) дает красный осадок. Очевидно, при кипячении раствора сахарозы появились вещество с альдегидными группами, которые и восстановили гидроксид меди (II) до оксида меди (I). Изучение данной реакции показывает, что сахароза при каталитическом действии кислоты подвергается гидролизу, в результате чего образуются глюкоза и фруктоза:



Следовательно, молекулы сахарозы состоят из взаимно связанных остатков молекул глюкозы и фруктозы (рис. 72).

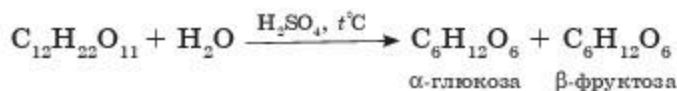
Нахождение в природе. Сахароза содержится в соке березы, клена, в моркови, дыне. Особенно много ее в сахарной свекле и сахарном тростнике.

Получение. Сахарозу $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ получают в основном из сахарной свеклы и сахарного тростника. Получение сахарозы из свеклы или сахарного тростника можно представить схемой:



Физические свойства. Сахароза хорошо известна нам в виде обычного сахара. Она представляет собой бесцветные кристаллы сладкого вкуса, очень хорошо растворима в воде.

Химические свойства. Важнейшее химическое свойство дисахаридов — способность подвергаться гидролизу. Так, при гидролизе дисахаридов в кислой среде или под воздействием ферментов образуются соответствующие моносахариды, что можно описать уравнением:



В сахарном тростнике и сахарной свекле осуществляется обратная реакция — из глюкозы и фруктозы синтезируется сахароза.

Применение. Сахарозу в основном используют в качестве продукта питания и в кондитерской промышленности.

Развитием сахарной отрасли в Казахстане занимается «Центрально-азиатская сахарная корпорация». Она объединяет несколько заводов. Главной производственной деятельностью компании является выпуск



сахара-песка и рафинада. Компания на сегодняшний день только по одному заводу имеет производственную мощность 800 тонн в сутки и является монополистом на рынке сахара в Республике Казахстан. Компания также планирует стать лидером по поставке сахара во всей Центральной Азии.



Дисахаридами называют вещества, состоящие из двух одинаковых или различных остатков моносахаридов. Важнейшими из них являются сахароза, мальтоза и лактоза. Все они являются изомерами и имеют одинаковую формулу, однако у них различное строение. В молекуле сахарозы содержатся гидроксильные группы.



1. Какие углеводы называют дисахаридами?
2. С помощью каких реакций можно различить глюкозу, сахарозу? Напишите уравнение реакции гидролиза сахарозы. Укажите условия протекания этой реакции.
1. В каком углеводе содержится больше углерода (в процентах по массе) — в глюкозе или в сахарозе?
2. При гидролизе сахарозы получилось 270 г смеси глюкозы и фруктозы. Какая масса сахарозы подверглась гидролизу?
3. Вычислите, какой объем оксида углерода (IV) образуется при окислении 0,25 моль сахарозы в (н. у.).

Ответ: 256,5 г.

Ответ: 67,2 л.

§ 41. КРАХМАЛ

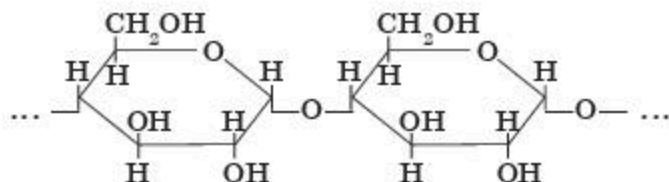
Крахмал ($C_6H_{10}O_5$) — природный полимер. Число повторяющихся звеньев в макромолекуле крахмала может колебаться от нескольких сотен до нескольких тысяч. Поскольку при гидролизе крахмала образуется глюкоза, то можно сделать вывод, что эти звенья являются остатками молекул глюкозы. Также установлено, что крахмал имеет линейную (амилоза) и разветвленную (амилопектин) структуру макромолекул (рис. 71).

Сегодня на уроке:

- изучим крахмал.

Ключевые понятия

- крахмал
- строение
- получения
- физические свойства
- химические свойства
- применение



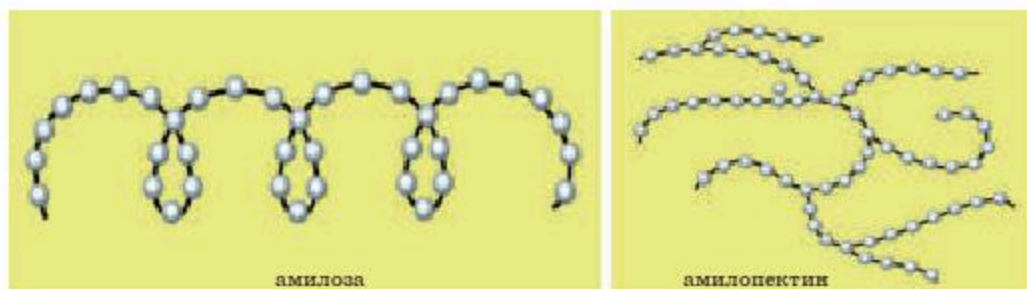


Рис. 74. Линейная (амилоза) и разветвленная (амилопектин) формы крахмала

При образовании молекул крахмала из молекул глюкозы образуются не только молекулы высокомолекулярного вещества, а также выделяется низкомолекулярное соединение — вода.



Такие реакции относят к реакциям поликонденсации.

Реакциями поликонденсации называют такие реакции, в результате которых из низкомолекулярных веществ образуются высокомолекулярные, причем этот процесс сопровождается выделением побочного продукта (воды, аммиака, хлороводорода и др.).

Получение. Крахмал широко распространен в природе. Он является для различных растений запасным питательным материалом и содержится в них в виде крахмальных зерен. Наиболее богато крахмалом зерно злаков: риса (80%), пшеницы (70%), кукурузы (70%), а также в клубне картофель (20%), (рис. 72).



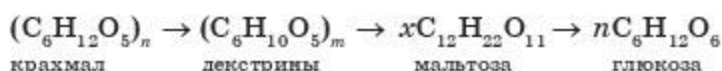
Рис. 72. Крахмал в природе



Физические свойства. Крахмал представляет собой белый порошок нерастворимый в воде. В горячей воде он набухает и образует коллоидный раствор — клейстер.

Химические свойства. Характерной реакцией крахмала является его взаимодействие с йодом. Если к охлажденному крахмальному клейстеру добавить раствор йода, то появляется синее окрашивание. Эту окраску легко наблюдать, если поместить каплю раствора йода на срез картофеля или ломтик белого хлеба. Так определяют крахмал в пищевых продуктах.

Как установлено, гидролиза крахмала идет постепенно. Сначала образуются продукты с меньшей молекулярной массой, чем у крахмала — декстрины, затем изомер сахарозы — мальтоза, конечным продуктом гидролиза является глюкоза:



Применение. Крахмал — один из важнейших питательных веществ. В организме он, подобно жирам, вначале подвергается гидролизу. Этот процесс начинается уже при пережевывании пищи во рту под действием фермента, содержащегося в слюне. Далее гидролиз крахмала продолжается в желудке и кишечнике. Образующаяся глюкоза всасывается через стенки кишечника в кровь и поступает в печень, а оттуда — на питание всех тканей организма.

Промежуточные продукты гидролиза крахмала (декстрины) легче усваиваются организмом, чем сам крахмал. Приготовление пищи часто связано именно с превращением крахмала в декстрины. Частичный гидролиз крахмала происходит, например, при варке картофеля, выпечке хлеба.

Крахмал используется не только как продукт питания: пищевой промышленности из него готовят глюкозу и патоку.

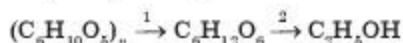
Крахмал в виде зерен злаков и картофеля идет на производство этилового спирта.



Крахмал $(C_6H_{10}O_5)_n$ — природный полимер. Число повторяющихся звеньев в макромолекуле крахмала может колебаться от нескольких сотен до нескольких тысяч. Гидролиз крахмала идет ступенчато по схеме: крахмал \rightarrow декстрины \rightarrow мальтоза \rightarrow глюкоза.



1. Дайте характеристику крахмалу как высокомолекулярному соединению.
2. Как объяснить клеящее действие вареного картофеля?
3. Составьте уравнения реакций получения этилового спирта из крахмала:



Как называются реакции (1) и (2)?



4. Сок зеленого яблока дает реакцию с йодом. Сок спелого яблока восстанавливает аммиачный раствор оксида серебра. Объясните эти явления.

• 1. Сколько по массе крахмала получится из 1 т картофеля с содержанием крахмала 18%, если выход крахмала составляет 75%?

Ответ: 135 кг.

• 2. Сколько граммов спирта можно получить из 1 кг кукурузных зерен, которые содержат 70% крахмала по массе?

Ответ: 398 г.

Знаешь ли ты?

Сложные эфиры сахарозы и высших карбоновых кислот — хорошее моющее средство и поэтому используются в промышленности. Они не имеют ни запаха, ни вкуса и не ядовиты. Сточные воды с этими эфирами легко очищаются в отстойниках, так как имеющиеся там бактерии свободно их разлагают.

Определение крахмала



Проделайте следующие опыты: а) разбавьте йодную настойку водой в соотношении 1:10 и полученным раствором капните на вареный картофель, измельченный рис, белый хлеб, зубной порошок и т. д.; б) приготовьте крахмальный клейстер и проследите за изменением окраски его с йодом при нагревании и охлаждении; в) накрахмальте кусочек ткани.

§ 42. ЦЕЛЛЮЛОЗА

Сегодня на уроке:

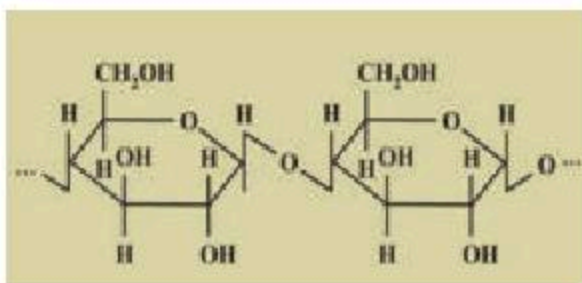
- рассмотрим целлюлозу.

Ключевые понятия

- строение
- физические свойства
- химические свойства
- применение

Строение. Молекулярная формула целлюлозы такая же, как и крахмала ($C_6H_{10}O_5$)_n. Целлюлоза тоже является природным полимером. Ее молекулы имеют только линейную структуру. Этим объясняется, что целлюлоза образует такие волокнистые материалы, как хлопок, лен и т. д.

Целлюлоза отличается значительно большим числом звеньев и, следовательно, молекулярной массой, которая достигает нескольких миллионов.





Нахождение в природе. Целлюлоза, или клетчатка, входит в состав растений, образуя в них оболочки клеток. Отсюда происходит и ее название целлюлоза (от лат. *cellula* — “клетчатка”). Целлюлоза придает растениям необходимую прочность и эластичность.

Волокна хлопка содержат до 98% целлюлозы, волокна льна и конопли также в основном состоят из целлюлозы, в древесине она составляет около 50% (рис. 73).



Рис. 73. Целлюлоза в природе

Получение. Основную массу целлюлозы выделяют из древесины, в которой она содержится вместе с другими веществами.

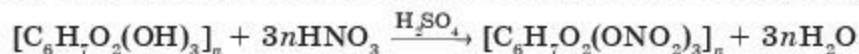
Физические свойства. Целлюлоза — волокнистое вещество, нерастворимое ни в воде, ни в обычных органических растворителях.

Химические свойства. Из повседневной жизни известно, что целлюлоза хорошо горит. При нагревании древесины без доступа к воздуху происходит разложение целлюлозы, при этом образуется древесный уголь, метан, метанол. Одно из наиболее характерных свойств целлюлозы — способность в присутствии кислот подвергаться гидролизу с образованием глюкозы. Как и гидролиз крахмала, гидролиз целлюлозы протекает ступенчато, пока, наконец, не образуется β -глюкоза. Таким образом, суммарно гидролиз целлюлозы может быть выражен так:



Поскольку структурные звенья целлюлозы содержат гидроксильные группы, она может давать простые и сложные эфиры.

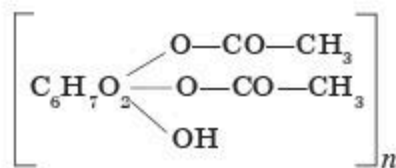
Большое значение имеют азотнокислые эфиры целлюлозы. Они получают при действии на целлюлозу азотной кислотой в присутствии серной кислоты. В зависимости от концентрации азотной кислоты и от других условий в реакцию этерификации вступают одна, две или все три гидроксильные группы каждого звена молекулы целлюлозы, например:



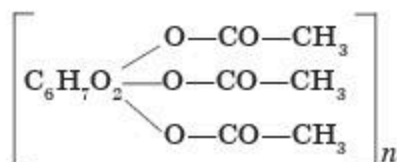
Общее свойство нитратов целлюлозы — их горючесть. Тринитрат целлюлозы, называемый *пироксилином*, — сильно взрывчатое вещество. Он применяется для производства бездымного пороха.



Очень важными являются уксуснокислые эфиры целлюлозы — диацетат и триацетат целлюлозы:



диацетат целлюлозы



триацетат целлюлозы

Применение. Применение целлюлозы весьма разнообразно. Благодаря своей механической прочности она в составе древесины используется в строительстве, из нее готовят разного рода столярные изделия.

Большое значение имеют продукты этерификации целлюлозы. Так, например, из ацетилцеллюлозы получают ацетатный шелк. Ацетилцеллюлоза идет также на производство негорючей пленки и органического стекла.

Большое количество целлюлозы расходуется на производство бумаги. Недорогие сорта бумаги изготавливают из древесины хвойных пород, лучшие сорта — из льняного и хлопчатобумажного тряпья, представляющего почти чистую клетчатку.



Молекулярная формула целлюлозы ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$) такая же, как и крахмала. Целлюлоза тоже является природным полимером. Молекулы целлюлозы имеют только линейную структуру.

Целлюлоза же отличается значительно большим числом звеньев и, следовательно, молекулярной массой, которая достигает нескольких миллионов. Поскольку структурные звенья целлюлозы содержат гидроксильные группы, она может давать простые и сложные эфиры.



1. Чем сходны и чем отличаются друг от друга по строению целлюлоза и крахмал?
 2. Какое общее химическое свойство присуще сахарозе, крахмалу и целлюлозе? Ответ подтвердите уравнениями реакций.
 3. Составьте уравнения реакций, ведущих к получению этилового спирта из целлюлозы.
 4. Составьте уравнения реакций получения: а) динитрата целлюлозы; б) тринитроцеллюлозы.
- 1. Какая масса целлюлозы потребуется для получения 356,4 кг тринитроцеллюлозы?
Ответ: 200,5 кг.
 - 2. Сколько звеньев $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ содержится в молекуле целлюлозы (чему равно число n в молекулярной формуле): а) льняного волокна ($M_r = 5\,900\,000$); б) хлопкового волокна ($M_r = 1\,750\,000$)?
Ответ: а) 36420 б) 10803.
 - 3. Какую массу триацетата целлюлозы можно получить из древесных отходов массой 1,62 т, если эфир получается с выходом 75%. Массовая доля целлюлозы в древесине составляет 50%.

Ответ: 1,08 т

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

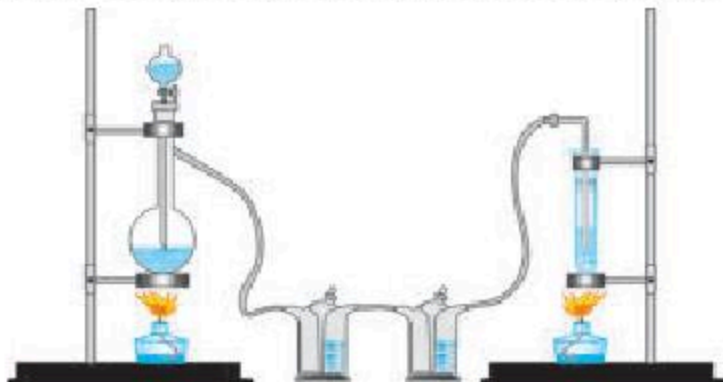
Получение этанола гидратацией этилена и брожением глюкозы

Реактивы: этиловый спирт, серная кислота (конц.), 10 г глюкозы, вода, дрожжи.

Химическая посуда и лабораторное оборудование: колба, большой стакан, вода, пробка с трубкой, спиртовка, промывалки, штатив.

Техника безопасности. Требуется соблюдение правил работы с растворами кислот, щелочей и нагревательными приборами.

Ход работы: 1. Соберите прибор как показано на рисунке.



2. В колбу наливают смесь этанола с концентрированной серной кислотой и насыпают немного фарфоровой крошки. К колбе присоединяют одну или две промывалки с серной кислотой для удержания паров спирта и пробирку с концентрированной серной кислотой для поглощения этилена. Колбу с содержимым осторожно нагрейте. Во время опыта надо следить, чтобы кислоту из пробирки не перебросило в промывалку. Примерно через 10 мин пропускания газа опыт прекращают. При этом сперва вынимают трубку из пробирки и только после этого прекращают нагревание. Полученный раствор этилена в кислоте выливают понемногу в перегонную колбу, содержащую около 100 мл воды, все время охлаждая колбу в токе холодной воды, чтобы избежать потери спирта.

3. Приготовьте раствор из 10 г глюкозы и Приготовьте раствор из 10 г глюкозы 50 мл воды. Налейте раствор в колбу, добавьте 2 г дрожжей, разведенных в теплой воде. Закройте ее пробкой с трубкой.

Брожение идет при температуре 30—35°C, поэтому колбу с содержимым поместите в стакан с теплой водой (вода должна быть чуть теплой). Нагревание продолжайте в течение всего урока. Процесс брожения требует много времени. Для того чтобы брожение прошло достаточно полно, по окончании занятия закройте колбу воздушным шариком и



оставьте рядом с теплой батареей для следующего занятия — демонстрации перегонки спирта.

Вопросы и задания:

Напишите уравнения реакции получения этанола; а) гидратацией этилена, б) брожением глюкозы, в) получения глюкозы из крахмала.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Растворимость спиртов в воде, горение спиртов, качественные реакции на одноатомные и многоатомные спирты

Реактивы: этанол, бутанол-1, раствор фуксина, вода, раствор глицерина, раствор этиленгликоля, 3%-ный раствор сульфата меди (II), 10%-ный раствор гидроксида натрия, лучинка, спички.

Химическая посуда и лабораторное оборудование:

пробирки и штатив для пробирок;
фарфоровые чашки;
лучинка, спички.

Техника безопасности. Требуется соблюдение правил работы с растворами кислот, щелочей и нагревательными приборами.

Ход работы:

Опыт 1. Растворимость в воде

В пробирки налейте по 5 мл этанола и бутанола-1. К спиртам добавьте по 20 мл воды, окрашенной фуксином. Спирты имеют плотность меньше единицы, поэтому они образуют верхний слой. Пробирки взболтайте. При этом можно заметить, что хорошо растворяется этанол, ограниченно растворяется бутанол-1. На основании опыта сделайте соответствующий вывод о растворимости спиртов в воде.

Опыт 2. Горение

В две фарфоровые чашки налейте примерно по 2 мл этанола и бутанола-1, поднесите горящую лучину. Этанол горит голубоватым, слабосветящимся пламенем, бутанол — светящимся пламенем.

На основании опыта сделайте соответствующий вывод.

Опыт 3. Качественная реакция на многоатомные спирты

В пробирку налейте 5 мл раствора глицерина и прибавьте 5—6 капель 3%-ного раствора сульфата меди (II) и избыток 10%-ного раствора гидроксида натрия или калия до появления ярко-синей окраски. На основании опыта сделайте соответствующий вывод.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ОПЫТ № 6

Определение крахмала в продуктах питания

Реактивы: спиртовая настойка йода, вода.

Химическая посуда и лабораторное оборудование: чашка Петри, пипетки и продукты питания (хлеб, картофель, печенье, морковь, капуста и др.).

Ход работы:

На чашку Петри поместите небольшие куски хлеба, картофеля, печенья, моркови и капусты. Настойку йода разбавьте водой и пипеткой капните на продукт. Если продукт посинел, крахмал в нем есть, если не посинел — то нет.

Вопросы и задания:

1. Как можно доказать наличие крахмала в пищевых продуктах?
2. На основании проделанных вами опытов сделайте вывод о содержании крахмала в пищевых продуктах.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Качественные реакции на кислородсодержащие органические вещества

Реактивы: Растворы фенола, метанола, глюкозы, сахарозы, глицерин, картофель, белый хлеб, яблоко.

Химическая посуда и лабораторное оборудование: пробирки и штатив для пробирок, фарфоровые чашки.

Опыт 1. В одной пробирке дан раствор фенола, а в другой — раствор метанола. Проведите опыты, которые подтверждают их характерные химические свойства. Напишите уравнения соответствующих реакций.

Опыт 2. В двух пробирках даны вещества: а) глюкоза; б) сахароза. Определите эти вещества при помощи характерных химических реакций и приведите соответствующие уравнения реакций.

Опыт 3. Выданы пробирки с растворами: а) глицерина, б) альдегида; в) глюкозы. При помощи одних и тех же реактивов определите каждое вещество. Напишите уравнения проделанных реакций.

Опыт 4. Докажите опытным путем, что: а) картофель и белый хлеб содержат крахмал; б) спелое яблоко содержит глюкозу.

Кислородсодержащие органические соединения

1. Кислородсодержащие органические соединения являются функциональными производными углеводов.

2. Органические вещества подразделяются на классы, в зависимости от природы функциональных групп. Состав органических соединений могут входить несколько функциональных групп, одинаковых или разных.

3. Существует генетическая связь между всеми классами органических соединений.

4. К кислородсодержащим соединениям относятся спирты, альдегиды, кетоны, эфиры, карбоновые кислоты, углеводы.

5. Спирты производные углеводов, содержащие гидроксильную группу. По количеству гидроксильных групп в молекуле все спирты делятся на: одноатомные и многоатомные. Важнейшим представителем многоатомных спиртов является глицерин-трехатомный спирт.

6. Альдегиды и кетоны производные углеводов, содержащие в молекуле карбонильную группу. В молекуле альдегида карбонильная группа связана с атомом водорода и углеводородным радикалом. В кетонах карбонильная группа связана с двумя одинаковыми или разными углеводородами. По международной номенклатуре названия альдегидов образуются по названию соответствующих углеводов с добавлением суффикса "аль". Названия кетонов производят от названий соответствующих углеводов с добавлением суффикса "он".

7. Карбоновыми кислотами называют производные углеводов, которые содержат карбоксильную группу — COOH . Общая формула R-COOH . Из-за особенности строения молекул муравьиная кислота окисляется, вступая в реакцию "серебряного зеркала". Муравьиная кислота является самой сильной кислотой среди одноосновных карбоновых кислот.

8. Сложные эфиры функциональные производные карбоновых кислот, в которых гидроксильная группа замещена остатком спирта. К сложным эфирам относятся также: животные жиры и растительные масла.

9. Жиры представляют собой сложные эфиры глицерина и высших карбоновых кислот. Самой распространенной реакцией получения сложных эфиров является — реакция этерификации.

10. Мыла образуются при щелочном гидролизе жира, а также в реакциях высших карбоновых кислот со щелочами или карбонатами

кадия или натрия. Производство синтетических моющих средств основано на дешевой сырьевой базе – продуктах переработки нефти и газа.

11. Углеводы широко распространены в природе и играют важную роль в жизни человека. Углеводы в зависимости от их строения подразделяются на моносахариды, дисахариды и полисахариды.

12. Глюкоза является простейшим моносахаридом. Глюкоза – вещество с двойственной химической функцией, проявляет свойства, характерные для альдегидов и многоатомных спиртов.

13. Крахмал $(C_6H_{10}O_5)_n$ – природный полимер. Число повторяющихся звеньев в макромолекуле крахмала может колебаться от нескольких сотен до нескольких тысяч.

14. Молекулярная формула целлюлозы такая же, как и крахмала $(C_6H_{10}O_5)_n$. Целлюлоза тоже является природным полимером. Ее молекулы имеют линейную структуру. Молекулярная масса целлюлозы достигает нескольких миллионов.





АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ. ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ. НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

§ 43. АМИНЫ

Сегодня на уроке:

- изучим амины.

Ключевые понятия

- амины
- строения
- изомерия
- номенклатура
- физические свойства
- химические свойства
- применения

Аминами называют производные аммиака, в молекулах которого один или несколько атомов водорода замещены углеводородными радикалами.

В зависимости от числа углеводородных радикалов, содержащихся в молекуле амина, они подразделяются на первичные, вторичные и третичные (рис. 74).

Заместители могут быть как одинаковыми, так и разными.

Можно также считать, что первичные амины являются производными углеводородов, в молекулах которых атом водорода замещен на функциональную группу NH_2 — аминогруппу. В зависимости от природы радикала

амины могут быть предельными, непредельными и ароматическими. Например, $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{NH}_2$ фениламин или анилин (ароматический амин).

Строение. Свойства аминов определяются наличием в их составе аминогруппы, атом азота которой содержит неподеленную электронную пару. За счет неподеленной пары электронов амины, подобно аммиаку, проявляют основные свойства.

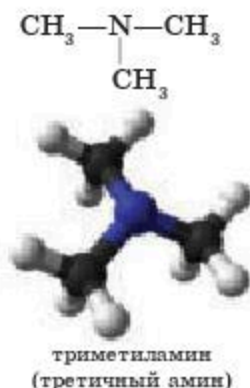
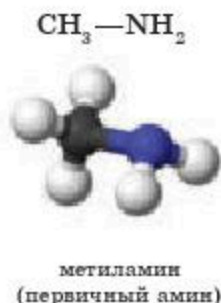
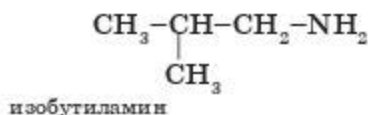


Рис. 74. Амины

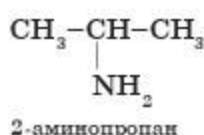
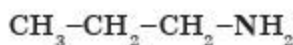


Изомерия и номенклатура. Для аминов характерна структурная изомерия:

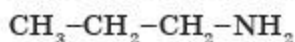
а) изомерия углеродного скелета:



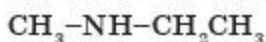
б) изомерия положения функциональной группы:



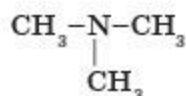
Первичные, вторичные и третичные амины, содержащие одинаковое число атомов углерода, изомерны между собой:



пропиламин
первичный амин



метилэтиламин
вторичный амин



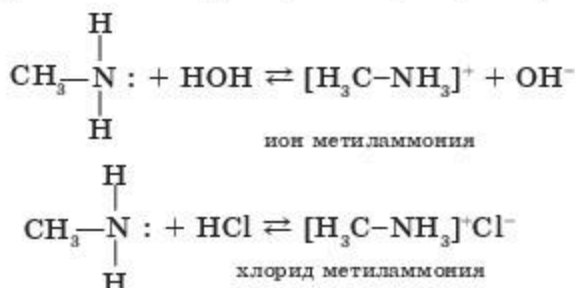
триметиламин
третичный амин

Названия аминов производят от названий соответствующих углеводородных радикалов с добавлением окончания — *амин*.

Физические свойства. Простейшие алифатические амины (C_1-C_3) — газы с запахом аммиака, C_4-C_9 — жидкости с резким неприятным запахом рыбы. Высшие амины — твердые вещества. Простейшие амины хорошо растворимы в воде, с увеличением углеводородного радикала растворимость аминов уменьшается.

Амины образуются при гниении органических остатков, содержащих белки. Ряд аминов образуется в организме человека и животных из аминокислот.

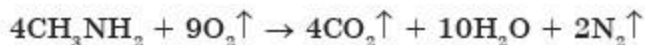
Химические свойства. Свойства аминов определяются наличием в их составе аминогруппы, атом азота которой содержит неподеленную электронную пару. В водном растворе и в присутствии кислот эта электронная пара взаимодействует с положительно заряженным ионом водорода и присоединяет его по донорно-акцепторному механизму.





Следовательно, амины, подобно аммиаку, проявляют основные свойства. Их водные растворы окрашивают раствор лакмуса в синий цвет, а раствор фенолфталеина — в малиновый цвет. Однако по сравнению с аммиаком амины являются более сильными основаниями. Поскольку они отличаются от аммиака лишь наличием в молекулах углеводородных радикалов, очевидно, сказывается влияние этих радикалов на атом азота.

Амины горят на воздухе (вспомните, при каких условиях горит аммиак):



Применение. Метиламин CH_3NH_2 используют в при синтезе лекарственных препаратов и красителей.

Диметиламин $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$ применяется для вулканизации каучука служит сырьем для производства гептила-ракетного топлива.



Аминами называют производные аммиака, в молекулах которого один или несколько атомов водорода замещены углеводородными радикалами. В зависимости от природы радикала амины могут быть предельными, непредельными и ароматическими. В зависимости от числа углеводородных радикалов, содержащихся в молекуле амина, они подразделяются на первичные, вторичные и третичные.

По сравнению с аммиаком амины являются более сильными основаниями.

По сравнению с аммиаком амины являются более сильными основаниями.

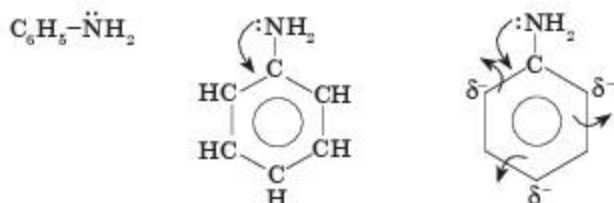


1. Что такое *амины* и каково строение их молекул?
 2. Составьте формулы всех изомеров пропиламина $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$.
 3. Составьте уравнение реакции горения этиламина, считая, что азот при этом выделяется в свободном виде.
 4. Приведите уравнения, подтверждающие сходство реакций:
 - а) солеобразования у аммиака и аминов;
 - б) выделения аммиака и аминов из солей действием щелочей.
- 1. Продукты сгорания 0,9 г первичного амина пропустили через концентрированный раствор щелочи и измерили объем оставшегося газа. Этот объем составил 224 см³ (н. у.). Найдите формулу амина.
Ответ: этиламин.
 - 2. Определите формулу вторичного амина, массовая доля атомов углерода, водорода и азота в котором соответственно равны 61,0; 15,3; 23,7%.
Ответ: метилэтиламин.

§ 44. АНИЛИН

Строение. Анилин $C_6H_5NH_2$ (фениламин) — представитель ароматических аминов, в молекулах которых аминогруппа непосредственно связана с бензольным кольцом. На рисунке 75 представлены модели молекул анилина.

Строение молекулы анилина можно изобразить несколькими способами:



Как видим, в молекуле анилина, как и в молекулах других аминов, у атома азота имеется неподеленная электронная пара.

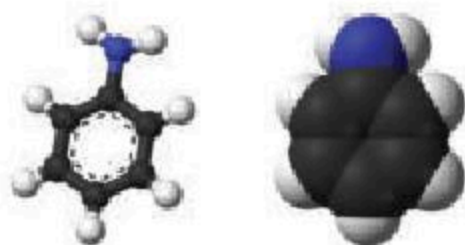
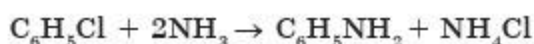


Рис. 75. Модели молекулы анилина

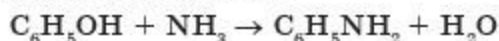
Получение анилина в промышленности основано на реакции восстановления нитробензола. Эту реакцию в 1842 году открыл русский ученый Н. Н. Зинин. Эта реакция известна в химии под названием *реакции Зинина*, и ее можно изобразить уравнением:



2. Из хлорбензола:



3. Аммонолиз фенола:



Физические свойства. Анилин $C_6H_5NH_2$ — бесцветная маслянистая ядовитая жидкость, малорастворимая в воде. Он хорошо растворяется в спирте и бензоле.

Сегодня на уроке:

- познакомимся с ароматическим амином — анилином.

Ключевые понятия

- анилин
- строение
- изомерия
- получение
- физические свойства
- химические свойства
- применение





Химические свойства анилина обусловлены наличием в его молекуле аминогруппы — NH_2 и бензольного кольца.

Как и в молекуле фенола, бензольное ядро смещает к себе неподеленную электронную пару азота аминогруппы. Вследствие этого электронная плотность на азоте уменьшается и он слабее связывает ион водорода, поэтому анилин более слабое основание, чем амины предельного ряда.

Анилин реагирует с кислотами с образованием солей, но окраски раствора лакмуса не изменяет.

Важнейшие химические свойства анилина представлены в таблице 22.

Таблица 22

Химические свойства анилина

Химические свойства анилина, обусловленные наличием в молекуле аминогруппы	Химические свойства анилина, обусловленные наличием в молекуле бензольного ядра
<p>1. Реагирует с кислотами с образованием солей:</p> $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{HCl} \rightarrow [\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3]^+ \text{Cl}^-$ <p style="text-align: center;"><i>хлорид фениламмония</i></p> <p>2. Хлорид фениламмония реагирует со щелочами, образуя анилин:</p> $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$	<p>1. Энергично реагирует с бромной водой с образованием белого осадка — 2,4,6-триброманилина:</p> <div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">2,4,6-триброманилин</p> </div> <p>Это качественная реакция на анилин</p>

Применение. Анилин — один из важнейших продуктов химической промышленности. Он является исходным веществом для получения многих анилиновых красителей, используется при получении важных лекарственных веществ, например сульфаниламидных препаратов анилина.



Анилин — представитель ароматических аминов. Химические свойства анилина обусловлены наличием в его молекуле аминогруппы — NH_2 и бензольного кольца. Анилин более слабое основание, чем амины предельного ряда. Анилин реагирует с кислотами с образованием солей, но окраски раствора лакмуса не изменяет.



1. Как объяснить, что анилин обладает более слабыми основными свойствами, чем амины предельного ряда?
2. Расположите в ряд по возрастанию основных свойств следующие соединения: диэтиламин, анилин, аммиак, этиламин, дифениламин.
3. Составьте уравнения реакций восстановления: а) нитроэтана; б) нитротолуола в соответствующие амины.
4. Составьте уравнения реакций, в результате которых можно осуществить следующие превращения:
 $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$

- 1. При восстановлении 250 г нитробензола получили 150 г анилина. Рассчитайте массовую долю выхода анилина.

Ответ: 79,36%.

- 2. Сколько граммов нитробензола можно получить из 312 г бензола, если массовая доля выхода нитробензола составляет 75%, по сравнению с теоретическим?

Ответ: 369 г.

§ 45. АМИНОКИСЛОТЫ

Среди азотсодержащих органических веществ имеются соединения с двойственной функцией. Особенно важными из них являются аминокислоты.

Аминокислотами называют азотсодержащие органические соединения, в молекулах которых содержатся аминогруппы — NH_2 и карбоксильные группы — COOH (рис. 76).

В таблице 23 приведен ряд аминокислот.

Сегодня на уроке:

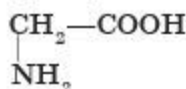
- познакомимся с аминокислотами;
- поймем, что аминокислоты обладают амфотерными свойствами.

Таблица 23

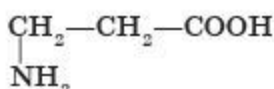
Некоторые представители аминокислот

Название кислот	Формулы
Аминоуксусная	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$
Аминопропионовая	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$
Аминомасляная	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$
Аминовалериановая	$\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$
Аминокапроновая	$\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_5\text{COOH}$
Аминоэнантовая	$\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$

Например:



аминоуксусная
кислота



аминопропионовая
кислота

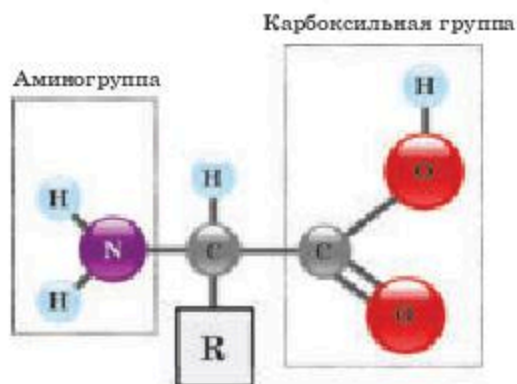
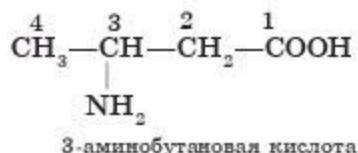
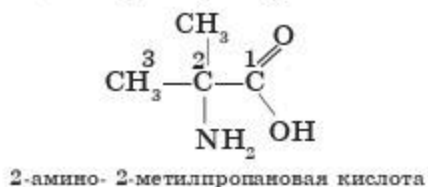
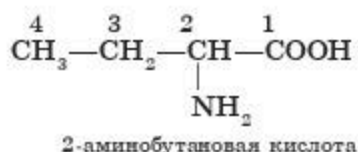
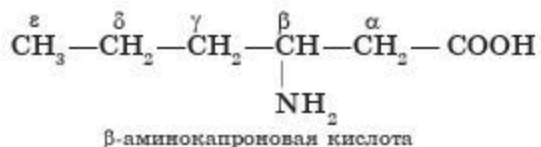
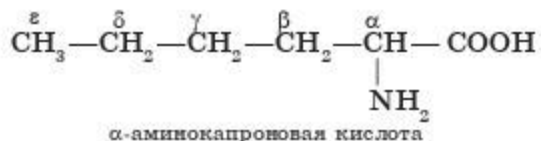


Рис. 76. Состав и строение аминокислоты

Номенклатура и изомерия. По международной номенклатуре к названию карбоновой кислоты добавляют приставку *-амино-*, указывая номер атома углерода, с которым она связана, например:



Кроме международной номенклатуры, употребляются названия аминокислот, в которых атомы углерода обозначают последовательно буквами греческого алфавита. Обозначение начинают с того атома углерода, который стоит после карбоксильной группы.



Изомерия аминокислот определяется изомерией углеродной цепи и изомерией положения аминогруппы по отношению к карбоксильной группе.



Аминокислоты широко распространены в природе, обнаружено около 150 различных аминокислот. Значение аминокислот исключительно велико, так как они входят в состав молекулы белков, играющих важнейшую роль в жизненных процессах (рис. 77).

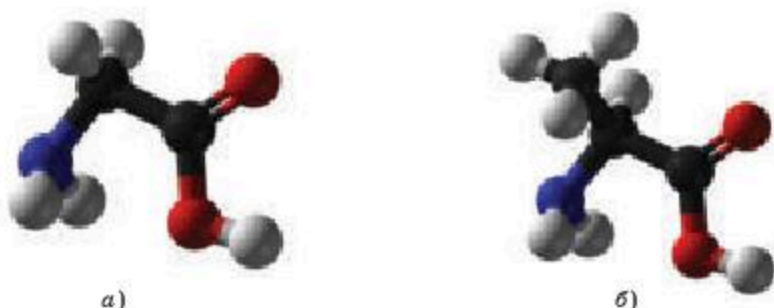
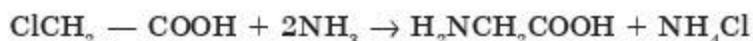


Рис. 77. а) модель молекулы глицина (аминоуксусная кислота);
б) модель молекулы аланина (аминопропионовая кислота)

Получение. Аминокислоты выделяют из продуктов гидролиза белковых веществ. Наиболее общим методом получения аминокислот является действие избытка аммиака на галогензамещенные карбоновые кислоты или их соли. Реакция идет по схеме:



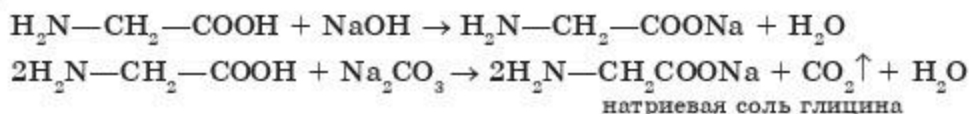
Физические свойства. Аминокислоты — бесцветные кристаллические вещества, хорошо растворимые в воде. Многие из них обладают сладким вкусом.

Химические свойства. В молекуле аминокислот содержатся карбоксильные группы, имеющие кислотные свойства, и аминогруппы, обладающие основными свойствами, поэтому они проявляют свойства, характерные как для кислот, так и для оснований, т. е. они являются амфотерными соединениями.

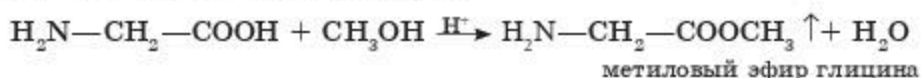
Кроме того, они проявляют специфические свойства, характерные для соединений с одновременным содержанием двух различных по своей природе функциональных групп.

1. Реакции, связанные с наличием карбоксильной группы (кислотные свойства).

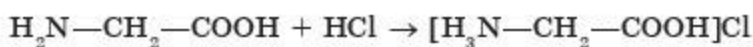
а) Образование солей:



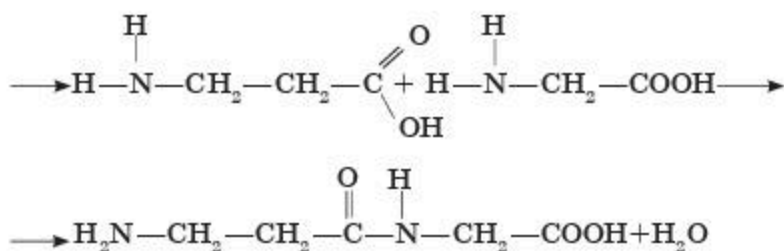
б) образование сложных эфиров:



2. Реакции, связанные с наличием аминогруппы (основные свойства):



3. Реакции, связанные с наличием и взаимным влиянием amino- и карбоксильных групп, образование дипептидов:



Группу атомов $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\overset{\text{H}}{\text{N}}-$ называют пептидной, или амидной, группой, а связь между атомами углерода и азота — пептидной, или амидной, связью. Синтезируемые высокомолекулярные соединения называют полипептидами.

Применение. Аминокислоты, особенно α -аминокислоты, необходимы для синтеза белков в живых организмах. Человек и животные получают их в составе белков пищи. Аминокислоты используются в качестве лечебного средства при некоторых болезнях.

Некоторые аминокислоты применяются для подкормки животных, что положительно влияет на их рост.

Аминокапроновая и аминоксантовая кислоты имеют техническое значение. Из них получают синтетические волокна, известные под названием капрон, энант.



Аминокислотами называют азотсодержащие органические соединения, в молекулах которых содержатся аминогруппы — NH_2 и карбоксильные группы — COOH . Химические свойства аминокислот обусловлены одновременным содержанием двух различных по своей природе функциональных групп. Аминокислоты являются амфотерными соединениями.



1. Охарактеризуйте строение молекул аминокислот. Какова роль аминокислот в жизни человека и животных?
2. Составьте структурные формулы всех изомерных кислот: а) аминокислотных; б) аминокислотных.
3. Как получить этиловый эфир аминокислотной кислоты? Составьте уравнение реакции.



4. Как получить α -аминопропионовую кислоту, исходя из пропилового спирта (пропанола-1)? Составьте уравнения реакций.
- 1. Какой минимальный объем аммиака надо пропустить через раствор массой 300 г с массовой долей хлоруксусной кислоты 20% для полного превращения ее в аминоксусную кислоту? Объем рассчитайте при нормальных условиях.
- Ответ: 14,2 л.
- 2. Из уксусной кислоты массой 27 г получили хлоруксусную кислоту, выход которой составил 60%. Через раствор хлоруксусной кислоты пропустили аммиак объемом 6,72 л (н. у.). Какое количество вещества аминоксусной кислоты получили при этом?

Ответ: 0,27 моль.

§ 46. БЕЛКИ

Белки — это высокомолекулярные природные соединения (биополимеры), макромолекулы которых состоят из остатков α -аминокислот, соединенных пептидными связями — CO—NH—.

Русский ученый — биохимик А. Я. Данилевский на основании своих опытов впервые (1888) высказал гипотезу о пептидной связи между остатками аминокислот в белковой молекуле. Позже, в начале XX в., немецкий ученый Э. Фишер экспериментально подтвердил существование пептидной связи. Ему удалось синтезировать полипептид, состоящий из 19 остатков аминокислот. Вы уже знаете, что образование пептидной связи происходит в результате взаимодействия карбоксила одной аминокислоты с аминогруппой другой. В состав белков входят С, Н, О и N. А также некоторые белки содержат S, P, Fe и др.

В результате гидролиза белков получают 20 различных аминокислот. Строение некоторых α -аминокислот, образующих белки, представлено в таблице 24.

Сегодня на уроке:

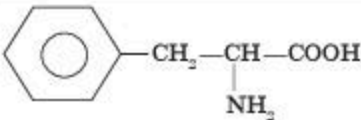
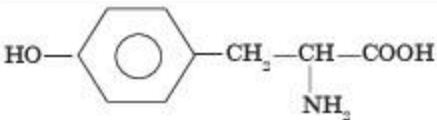
- изучим белки.

Ключевые понятия

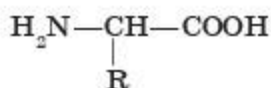
- белки
- строение
- цветные реакции
- денатурация

Таблица 24

Название кислот	Формулы
1	2
Глицин (аминоуксусная)	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$
Аланин	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$

1	2
Цистеин	$\text{HS}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
Серин	$\text{HO}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
Глутаминовая	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
Лизин	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
Фенилаланин	
Тирозин	

Состав аминокислот, образующих белки, можно выразить общей структурной формулой:



В составе радикала могут быть открытые цепи, циклы и различные функциональные группы. Молекулы приведенных выше аминокислот, как видели, содержат в радикале группы атомов — SH, — OH, — COOH, — NH₂ и бензольные кольца. По химическому составу белки разделяют на протеины (простые) и на протеиды (сложные). Белки, в состав которых входят исключительно α-аминокислоты, называются протеинами. В состав протеидов, кроме остатков α-аминокислот входят и другие компоненты, например остатки полисахаридов, ортофосфорной кислоты, катионов металлов и др. Примером сложного белка является гемоглобин. Число аминокислотных остатков, входящих в молекулы отдельных белков, весьма различно: в инсулине их 51, в миоглобине — около 140, поэтому и молекулярная масса белков колеблется от 10 000 до нескольких миллионов.

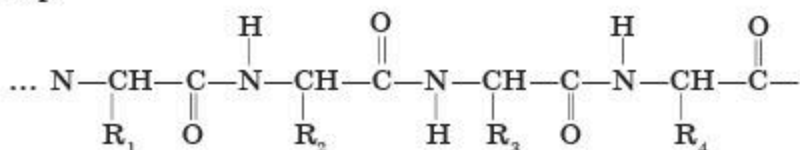


Так, например, относительная молекулярная масса белка, входящего в состав куриного яйца, равна 36 000.

Строение. Белки имеют сложную структуру. Различают несколько степеней организации молекулы белка: первичную, вторичную, третичную и четвертичную структуры белковых молекул 77.

Последовательность аминокислотных остатков в линейной полипептидной связи называют *первичной структурой*.

Например:



Фрагмент первичной структуры ($\text{R}_1, \text{R}_2, \text{R}_3, \text{R}_4$ — радикалы различных аминокислот).

В результате образования внутримолекулярных водородных связей между атомами водорода аминогруппы и атомами кислорода карбонильных групп полипептидные цепи многих белков скручиваются в спираль. Такую структуру белка называют *вторичной*.

Третичная структура белка — это форма спиралевидной полипептидной цепи в пространстве. Полипептидная спираль как бы изгибается в клубок (глобулу), причем устойчивость такого клубка обеспечивается образованием *дисульфидных мостиков* $-\text{S}-\text{S}-$, возникающих между серосодержащими аминокислотными звеньями, *сложноэфирные* $-\text{C}-\text{O}-$, образующиеся между карбоксильной и



гидроксильной группами, а также водородных связей, *солевых мостиков* между карбоксильной и аминогруппой и т. д. Именно третичная структура обуславливает специфическую биологическую активность белковой молекулы.

Некоторые белковые макромолекулы могут образовать более крупные агрегаты, образуя четвертичную структуру. Ассоциация обусловлена межмолекулярным взаимодействием между боковыми группами аминокислот. Четвертичную структуру имеют не все белки. Примером подобного белка является гемоглобин, макромолекула которого состоит из четырех полипептидных цепей.

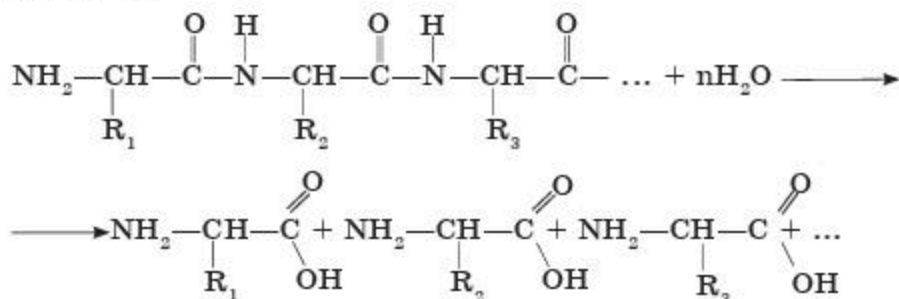
Из-за наличия разнообразных функциональных групп белок нельзя отнести к какому-либо одному из известных нам классов органических соединений: в нем объединяются признаки разных классов, и в своем сочетании они дают совершенно новое качество.



Физические свойства. По растворимости в воде различают глобулярные и фибриллярные белки. *Глобулярные белки* — это простые белки, растворимые в воде, а также в водных растворах кислот и щелочей (например, альбумин, содержащийся в яичном белке). *Фибриллярные белки* нерастворимы в воде (например, кератин, содержащийся в шерсти, волосах). Различают также белки твердые, жидкие и полужидкие. Белки не имеют температуры плавления и кипения, так как большинство из них при нагревании сворачиваются. При высокой температуре все белки сторают.

Химические свойства.

1. Гидролиз белков. Важнейшее химическое свойство белка — способность подвергаться кислотному или щелочному гидролизу, в результате чего происходит постепенное разрушение белка до отдельных аминокислот:



Белкам присущи некоторые цветные реакции.

2. Цветные реакции белков:

Биуретовая реакция.

а) если к небольшому раствору белка прилить немного гидроксида натрия и по каплям добавлять раствор сульфата меди (II), то появляется ярко-фиолетовая окраска. Такая реакция называется *биуретовой* реакцией и указывает на наличие пептидной связи;

Ксантопротеиновая реакция

б) при действии концентрированной азотной кислоты белки окрашиваются в желтый цвет. Данная реакция указывает на наличие в остатках аминокислот бензольных колец;

в) если к раствору белков прилить ацетат свинца (II), а затем гидроксид натрия и нагреть, то выпадает черный осадок сульфида свинца (II). Это реакция (*цистеиновая*) на остатки S-содержащих аминокислот.

3. Денатурация. При действии таких реагентов, как соли тяжелых металлов (Hg^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} и др.), концентрированные кислоты и щелочи, а также в результате нагревания, облучения УФ- и γ -лучами происходит разрушение вторичной, третичной и четвертичной структуры белка и изменение его природных свойств, при этом первичная структура сохраняется.



Рис. 77. Структуры белков



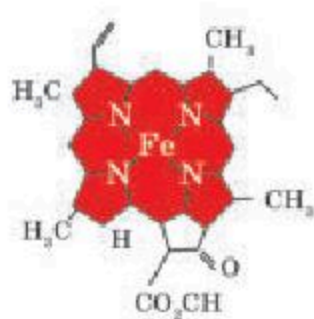
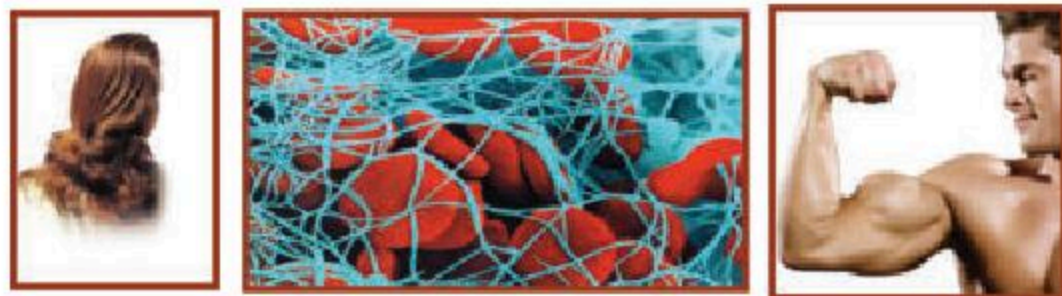
Это явление называется *денатурацией* (*коагуляцией, депептизацией*) белка. Наблюдается оно, например, при варке или жаренье яиц.

Сильное нагревание приводит к более глубокому разложению молекулы белка и образованию летучих, специфических пахнущих веществ (запах горелой шерсти), что используется для распознавания натуральных шерстяных тканей.

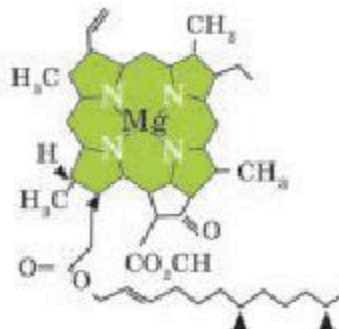
Функции белков. В природе белки выполняют все важнейшие функции в обеспечении жизнедеятельности живых организмов (рис. 78). Например, катализаторы белковой природы — ферменты — регулируют протекание биохимических процессов. Существуют белки, которые обеспечивают превращение химической энергии пищи в механическую.

В организм человека белки поступают вместе с пищей и под влиянием ферментов подвергаются гидролизу и расщепляются на отдельные аминокислоты. Из этих аминокислот синтезируются новые аминокислоты, свойственные человеческому организму. Все необходимые человеку аминокислоты содержатся в составе животных белков, находящихся в молоке, мясе, яйцах, рыбе. В сутки человек должен потреблять такое количество пищи, которое дает 1500—2000 ккал.

Некоторые белки, не имеющие пищевого значения, используются в технике. К ним относятся, например, белки шелка, шерсти, кожи и другие.



Гемоглобин



Хлорофилл

Рис. 78. Функции белков



Белки — это высокомолекулярные природные соединения (биополимеры), макромолекулы которых состоят из остатков α -аминокислот, соединенных пептидными связями — CO — NH — .

Белки имеют сложную структуру. Различают несколько степеней организации молекулы белка: первичную, вторичную, третичную и четвертичную структуры белковых молекул. Белки не имеют температуры плавления и кипения, так как большинство из них при нагревании сворачиваются. В природе белки выполняют все важнейшие функции в обеспечении жизнедеятельности живых организмов.



1. Охарактеризуйте строение белковых молекул.
2. Какие группы атомов и виды связей наиболее характерны для большинства белковых молекул?
3. Где белки встречаются в природе и каково их значение?
4. Опишите физические свойства белков.
5. Опишите химические свойства белков.
6. Как можно доказать наличие белков в продуктах питания, в шерстяных и шелковых тканях?
7. Какие вещества образуются при гидролизе белков в организме?
8. Охарактеризуйте роль белков в процессах жизнедеятельности человека и животных.
9. Укажите, какое практическое применение находят шелк, шерсть и кожа.

Знаешь ли ты?

Почему трава зеленая? Благодаря хлорофиллу $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$. Все превращения крахмала, сахара, белка из углекислого газа происходят в зернах хлорофилла. А хлорофилл поглощает все цвета солнечного спектра, кроме зеленого, зеленый луч он отражает — и мы видим лист зеленым. Вот почему трава зеленая.

Знаешь ли ты?

Почему осенью листья окрашены в разные цвета? Вещество ксантофилл придает листьям желтый цвет. Летом мы видим только зеленый цвет хлорофилла. Осенью хлорофилл разлагается. С его исчезновением прочие пигменты (в том числе и ксантофилл), которые постоянно присутствовали в листе, становятся видимыми. И мы наслаждаемся разнообразием окраски деревьев.



§ 47. ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Сегодня на уроке:

- познакомимся с гетероциклическими азотсодержащими соединениями;
- поймем, что азотсодержащие гетероциклы играют важную роль в природе.

Ключевые понятия

- гетероциклы
- пиридин
- пиррол
- пиримидин
- пурин

До сих пор мы изучали органические соединения, в циклах которых содержатся только атомы углерода. Однако встречаются и такие соединения, в циклы которых, кроме атомов углерода, входят также атомы азота, серы, кислорода. Такие соединения относят к *гетероциклическим*.

Гетероциклические соединения — это органические вещества, содержащие в своих молекулах циклы, в образовании которых, кроме атомов углерода, участвуют атомы других элементов (гетероатомы).

Гетероциклические азотсодержащие соединения играют большую роль в жизнедеятельности живых организмов. Они входят в состав витаминов (B_1), пигментов (хлорофилл, гемоглобин), антибиотиков, а также в состав нуклеиновых кислот в виде структурных

фрагментов. Наиболее устойчивыми являются имеющие наибольшее значение пяти- и шестичленные гетероциклические соединения.

Рассмотрим некоторые из них.

Пиридин C_5H_5N — шестичленный гетероцикл с одним атомом азота. Это бесцветная жидкость с неприятным запахом. Хорошо растворяется в воде и в органических растворителях. Ядовит. Электронное строение молекулы пиридина сходно со строением бензола. И атомы углерода, и азота находятся в состоянии sp^2 -гибридизации. Пиридин, подобно аминам, проявляет свойства оснований.

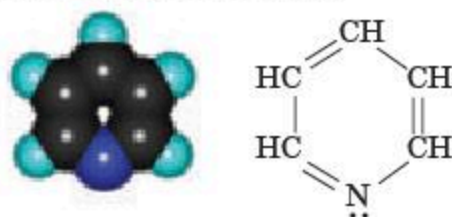


Рис. 79.

Пиррол. Пиррол C_4H_4NH — пятичленный гетероцикл с одним атомом азота. Атомы углерода и азот находятся в состоянии sp^2 -гибридизации. Пиррол — бесцветная жидкость, плохо растворимая в воде, на воздухе быстро окисляется и темнеет. Он проявляет слабое кислотное свойство. Пиррол применяют для синтеза различных органических веществ. Пир-

рольные структуры содержатся в гемоглобине, хлорофилле, витамине B_{12} и в других природных соединениях.

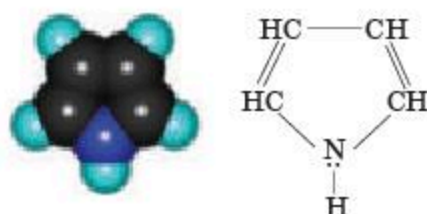


Рис. 80.

Пиримидин и пурин. Пиримидин $C_4H_4N_2$ — шестичленный гетероцикл с двумя атомами азота. Он проявляет свойства очень слабого основания.

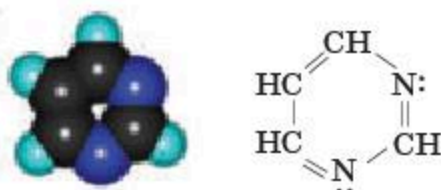


Рис. 81. (а)

Пурин $C_5H_4N_4$ — соединение, в молекуле которого сочетаются структуры шести- и пятичленного гетероциклов, содержащих по два атома азота. Проявляет амфотерные свойства. Пиримидин и пурин являются основой пиримидиновых и пуриновых оснований, входящих в состав природных высокомолекулярных веществ — нуклеиновых кислот.

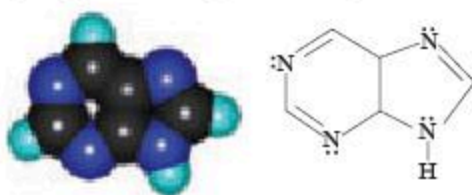
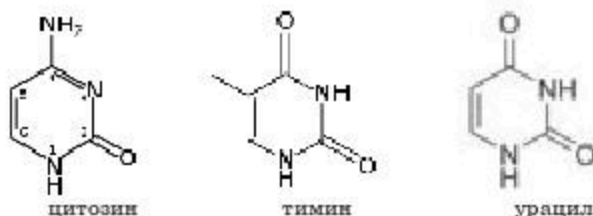


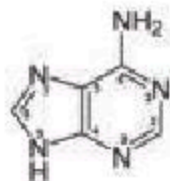
Рис. 81. (б)

Пиримидиновые основания. Пиримидиновые основания — производные пиримидина, входящие в состав нуклеиновых кислот: цитозин, тимин, урацил.

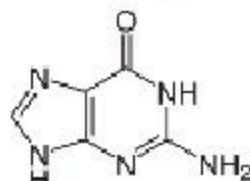




Пуриновые основания. Пуриновые основания — производные пурина, входящие в состав нуклеиновых кислот: аденин, гуанин.



аденин



гуанин

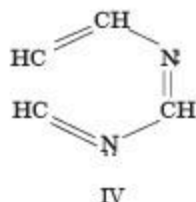
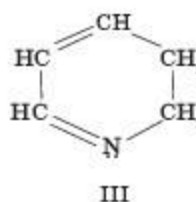
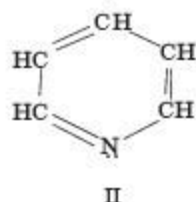
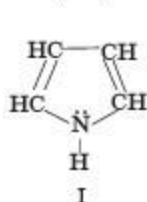


Встречаются и такие соединения, в циклы которых, кроме атомов углерода, входят также атомы азота, серы, кислорода. Такие соединения относят к *гетероциклическим*. Гетероциклические соединения играют большую роль в жизнедеятельности живых организмов.

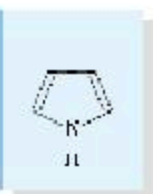
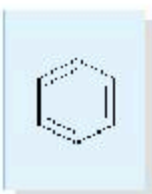
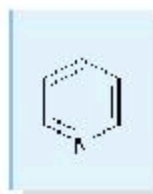
Они входят в состав нуклеиновых кислот, гемоглобина, хлорофилла, а также в состав витаминов и лекарственных препаратов.



1. Поясните, какие соединения относят к гетероциклическим. Приведите примеры.
2. Какие гетероциклы являются ароматическими?



3. Какая формула соответствует пиримидину?



§48. НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Сегодня на уроке:

- изучим нуклеиновые кислоты.

Нуклеиновые кислоты, подобно полисахаридам, и белкам, являются биополимерами. Нуклеиновые кислоты играют важную роль в хранении и передаче наследственной информации в живых организмах. Без нуклеиновых кислот невозможен биосинтез белков.



Ключевые понятия

- нуклеиновые кислоты
- состав
- ДНК, РНК
- нуклеотиды
- строение

Они были открыты и выделены из клеточных ядер еще в XIX в., однако их биологическая роль была выяснена только во второй половине XX в.

Состав нуклеиновых кислот. Состав нуклеиновых кислот очень сложный. Их относительная молекулярная масса большая и колеблется в пределах 20 000 — 10 000 000. Нуклеиновые кислоты состоят из множества нуклеотидов.

Нуклеотид — основная структурная единица нуклеиновых кислот, их мономерное звено. В состав любого нуклеотида входит одно из азотистых оснований, углевод пентоза и остаток фосфорной кислоты. Азотистые основания цитозин, тимин и урацил называются *пиримидиновыми*, а аденин и гуанин — *пуриновыми*.

Именно поэтому логично предположить, что при полном гидролизе нуклеиновых кислот образуются смесь пиримидиновых и пуриновых оснований, моносахарид (рибоза, дезоксирибоза) и фосфорная кислота.

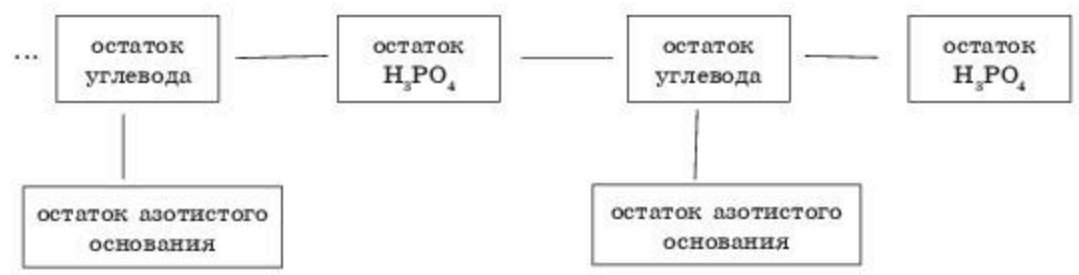
Различают два вида нуклеиновых кислот — *дезоксирибонуклеиновые* (сокращенно ДНК) и *рибонуклеиновые* (РНК).

Различие в названиях объясняется тем, что в состав молекулы ДНК входит нуклеотид, содержащий остатки дезоксирибозы, а в состав РНК входит нуклеотид, содержащий остатки рибозы.

Для обозначения азотистых оснований используют однобуквенные сокращения: аденин — А, гуанин — Г, урацил — У, цитозин — Ц, тимин — Т.

Нуклеиновые кислоты (НК), как и простые белки, имеют первичную, вторичную и третичную структуру. Чередование мононуклеотидов в полинуклеотидной цепи образует первичную структуру нуклеиновой кислоты.

Схематически это можно показать так (фрагмент одной цепи) (рис. 82):



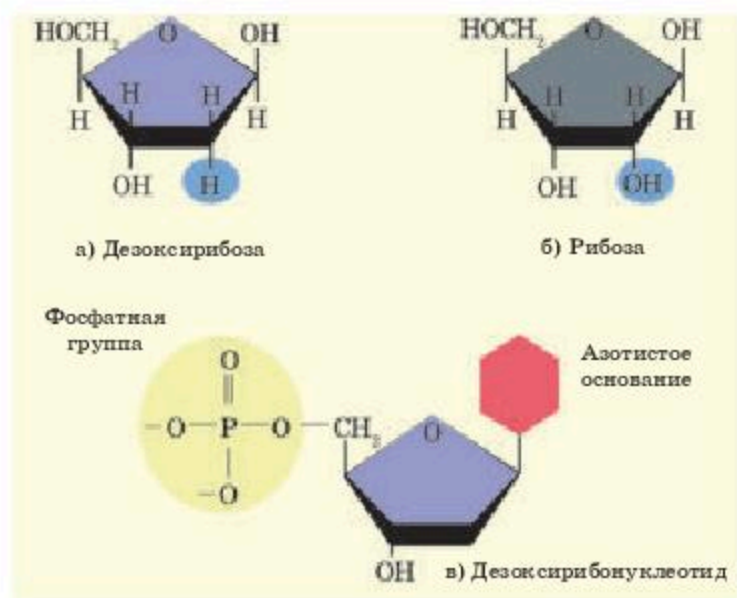


Рис. 82. Построение нуклеотида

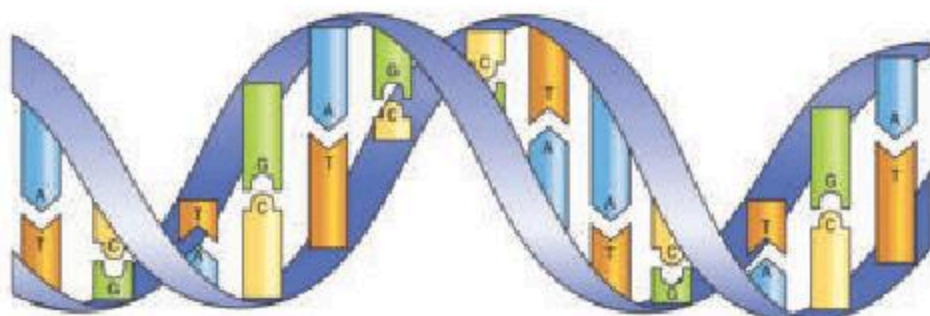
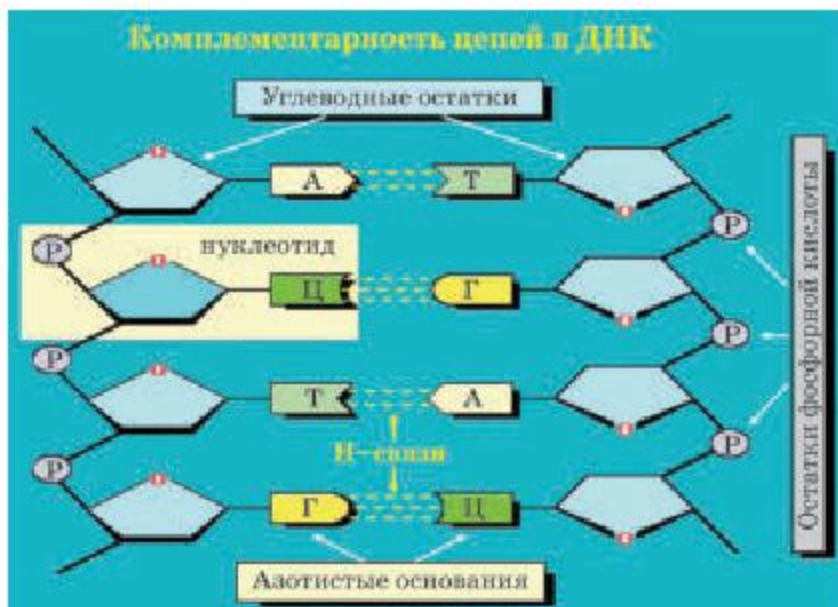


Рис. 83. Модель молекулы ДНК

Макромолекула ДНК представляет собой двойную спираль и состоит из двух полинуклеотидных цепей (рис. 83). Две спирали удерживаются вместе водородными связями между парами оснований. Размеры оснований и двойной спирали подобраны в природе таким образом, что тимин (Т) образует водородные связи только с аденином (А), а цитозин (Ц) — только с гуанином (Г).

Таким образом, две спирали в молекуле ДНК *комплементарны* друг другу. Последовательность нуклеотидов в одной из спиралей однозначно определяет последовательность нуклеотидов в другой спирали (схема 4).

Комплементарные цепи в молекуле ДНК



В отличие от ДНК, молекулы РНК состоят из одной полинуклеотидной цепи. Число нуклеотидов в цепи колеблется от 75 до нескольких тысяч, а молекулярная масса РНК может изменяться в пределах от 2500 до нескольких миллионов.

Полинуклеотидная цепь РНК не имеет строго определенной структуры. Водородные связи РНК не подчиняются таким строгим правилам, как в ДНК. Так, гуанин (Г) может образовывать водородные связи как с урацилом (У), так и с цитозином (Ц), поэтому двухцепочные участки РНК некомплементарны и нуклеотидный состав РНК может меняться в широких пределах.

Биологическая роль нуклеиновых кислот.

ДНК содержит всю генетическую информацию, но непосредственно в синтезе белков не участвует. Роль посредника между ДНК и местом синтеза белка выполняет РНК. Клетка содержит три типа РНК, которые выполняют различные функции.

1. Информационная, или матричная, РНК (ее обозначают м-РНК) считывает и переносит генетическую информацию от ДНК, содержащейся в хромосомах, к рибосомам, где происходит синтез белка.

2. Транспортная РНК (т-РНК) переносит аминокислоты к рибосомам.

3. Рибосомная РНК (р-РНК) непосредственно участвует в синтезе белков в рибосомах. Фактически рибосомы — это фабрика по производству белков (рис. 86).

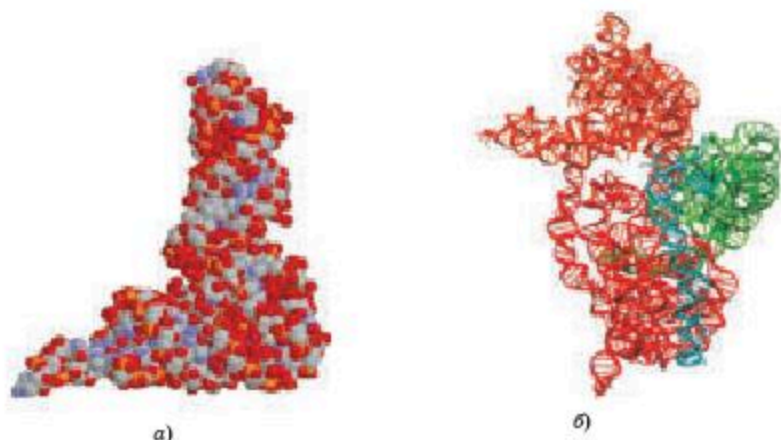


Рис. 85. а) транспортная РНК; б) рибосомная РНК



Нуклеиновые кислоты — это природные высокомолекулярные соединения, которые играют важную роль в хранении и передаче наследственной информации в живых организмах. Различают два вида нуклеиновых кислот — дезоксирибонуклеиновые (сокращенно ДНК) и рибонуклеиновые (РНК).

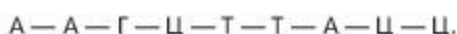
Различие в названиях объясняется тем, что в состав молекулы ДНК входит нуклеотид, содержащий остатки дезоксирибозы, а в состав РНК входит нуклеотид, содержащий остатки рибозы.

Знаешь ли ты?

Джеймс Уотсон и Френсис Крик в 1953 году определили структуру ДНК и получили за это Нобелевскую премию.



- Сравните РНК и ДНК:
 - по строению нуклеотидов;
 - по строению полинуклеотидной цепи;
 - по выполняемой функции в процессе биосинтеза белка.
- Используя принципы комплементарности, запишите буквенное обозначение второй половинки фрагмента двойной спирали ДНК:



- Какие вещества образуются при полном гидролизе нуклеиновых кислот?
- Почему в молекуле ДНК число пуриновых и пиримидиновых звеньев одинаково?
- Какие виды РНК вы знаете? Какова их роль в жизнедеятельности клетки?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

Цветные реакции белков

Реактивы: растворы гидроксида натрия, сульфата меди (II), раствор концентрированной азотной кислоты.

Химическая посуда и лабораторное оборудование: Пробирки и штатив для пробирки, спиртовка, держатель для пробирки.

Техника безопасности. Требуется соблюдение правил работы с растворами кислот, щелочей и нагревательными приборами.

Ход работы:

Биуретовая реакция

Налейте в пробирку 2—3 мл раствора белка и добавьте 2 мл раствора гидроксида натрия, а затем несколько капель сульфата меди (II). Что наблюдается при взбалтывании раствора?

Вопросы и задания

1. Напишите схему реакции биурета с гидроксидом меди (II).
2. Какие структурные фрагменты белков можно обнаружить с помощью данной реакции?
3. Можно ли считать данную реакцию качественной на белок?

2. Ксантопротеиновая реакция

В пробирку налейте 2—3 мл раствора белка и добавьте 0,5—1 мл концентрированной азотной кислоты. (Осторожно!) Смесь осторожно нагрейте на медленном огне 2—3 минуты.

Вопросы и задания:

1. Какие аминокислоты можно обнаружить с помощью данной реакции? На примере соответствующей аминокислоты напишите реакцию ее взаимодействия с азотной кислотой.
2. Можно ли считать данную реакцию качественной на белки?



Азотсодержащие органические соединения. Гетероциклические соединения. Нуклеиновые кислоты

1. **Аминами** называют производные аммиака, в молекулах которого один или несколько атомов водорода замещены углеводородными радикалами. Заместители могут быть как одинаковыми, так и разными. Углеводородный радикал может быть предельным, непредельным и ароматическим.

2. **Амины** по сравнению с аммиаком являются более сильными основаниями. Анилин $C_6H_5NH_2$ (фениламин) – представитель ароматических аминов, аминогруппа в молекуле анилина непосредственно связана с бензольным кольцом.

Анилин более слабое основание, чем амины предельного ряда.

3. Среди азотсодержащих органических веществ имеются соединения с двойственной функцией. Особенно важными из них являются **аминокислоты**.

Аминокислотами называют азотсодержащие органические соединения, в молекулах которых содержатся аминогруппы $-NH_2$ и карбоксильные группы $-COOH$. Аминокислоты являются амфотерными соединениями.

Аминокислоты широко распространены в природе и обнаружено около 150 различных аминокислот. Значение аминокислот исключительно велико, так как они входят в состав молекулы белков, играющих важнейшую роль в жизненных процессах. Аминокапроновая и аминокнзантиновая кислоты имеют техническое значение. Из них получают синтетические волокна, известные под названием капрона, энанта.

4. **Белки** – это высокомолекулярные природные соединения (биополимеры), макромолекулы которых состоят из остатков α -аминокислот, соединенных пептидными связями $-CO-NH-$. Белки имеют сложную структуру. Различают несколько степеней организации молекулы белка: первичную, вторичную, третичную и четвертичную структуры белковых молекул. В природе белки выполняют, все важнейшие функции в обеспечении жизнедеятельности живых организмов.

5. Некоторые азотсодержащие гетероциклы играют важную роль в природе.

Нуклеиновые кислоты – это природные высокомолекулярные соединения, которые играют важную роль в хранении и передаче наследственной информации в живых организмах.

ИСКУССТВЕННЫЕ И СИНТЕТИЧЕСКИЕ ПОЛИМЕРЫ. ХИМИЯ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА



§ 49. ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Высокомолекулярные соединения (полимеры) — вещества, молекулы которых состоят из множества повторяющихся структурных звеньев, соединенных между собой химическими связями. В настоящее время полимеры широко применяются во многих областях человеческой деятельности, удовлетворяя потребности различных отраслей промышленности, сельского хозяйства, медицины. По происхождению полимеры делятся на природные (биополимеры) и синтетические. К биополимерам относят полисахариды, нуклеиновые кислоты, белки и др. К синтетическим — полиэтилен, полипропилен, полистирол и т. д. Все полимеры имеют высокую молекулярную массу от 10 000 до 50 000 и более. Низкомолекулярные соединения, из которых синтезируют полимеры, называют *мономерами*, а молекулы полимеров — *макромолекулами*. Буква n показывает, сколько молекул мономера взаимно соединилось в процессе полимеризации, и ее называют *степенью полимеризации*, а многократно повторяющиеся в макромолекуле группы атомов — *структурными звеньями*. Общую формулу можно записать в виде $(-X-)_n$ где фрагмент $-X-$ называют элементарным звеном, n — степень полимеризации. Это число для разных полимеров может изменяться в широком диапазоне, от сотен до десятков тысяч. Разные молекулы одного и того же полимера могут иметь разное значение n и разную молекулярную массу, поэтому для характеристики полимеров используют понятия *средней степени полимеризации* и *средней молекулярной массы*. Например, если молекулярная масса полимера 28000, то в нем могут быть молекулы с относительной массой 26000, 28000, 30000 и т. д. При характеристике полимеров понятие молекулярной массы имеет свои особенности. Для условного сравнения соединений употребляются слова “высоко” и “низ-

Сегодня на уроке:

- познакомимся с основными понятиями высокомолекулярных соединений.

Ключевые понятия

- мономер
- элементарное звено
- олигомер
- полимер
- степень полимеризации



Классификация полимеров



По структуре:

Линейная форма (полиэтилен низкого давления, невулканизированный натуральный каучук)



Разветвленная

форма (полиэтилен) высокого давления



Пространственная

(трехмерная или сетчатая)
вулканизированный каучук

ко". Если относительная молекулярная масса вещества $M_r < 500$ то оно называется *низкомолекулярным*, если относительная молекулярная масса вещества лежит в пределах $500 < M_r < 5000$, то оно называется олигомером (греч. олигос-немного). Если относительная молекулярная масса вещества $M_r > 5000$, то оно называется *высокомолекулярным*. Поскольку макромолекула полимера состоит из чрезмерно большого числа атомов, изменение их числа мало или вовсе не сказывается на его свойствах.

По расположению атомов и атомных групп в пространстве различают линейные, разветвленные и сетчатые полимеры (рис. 91). Из природных полимеров к линейным относится целлюлоза, к разветвленным – крахмал и натуральный каучук. В сетчатых полимерах различные углеродные цепи “сшиты” между собой, и вещество представляет собой одну гигантскую молекулу. Примером могут служить фенолформальдегидные смолы.

Полимеры могут иметь *стереорегулярное* и *стереонерегулярное* строение. Если же элементарные звенья в молекулах характеризуются одинаковым пространственным расположением атомов (например, в натуральном каучуке), то полимер будет стереорегулярным и наоборот. Полимеры с регулярным строением имеют особо ценные физико-химические и механические свойства. Физические свойства полимеров зависят от степени полимеризации и строения полимера.

Для высокомолекулярных соединений характерны два агрегатных состояния – твердое и жидкое. В зависимости от поведения при повышенных температурах все синтетические полимеры делятся на термоактивные и термопластичные. Термоактивные полимеры — при



нагревании изменяют свои физико-химические свойства. Термопластичные полимеры — при повышении температуры и давления свои физико-химические свойства не изменяют.



Высокомолекулярные соединения (полимеры) — вещества, молекулы которых состоят из множества повторяющихся структурных звеньев, соединенных между собой химическими связями. По расположению атомов и атомных групп в пространстве различают линейные, разветвленные и сетчатые полимеры.

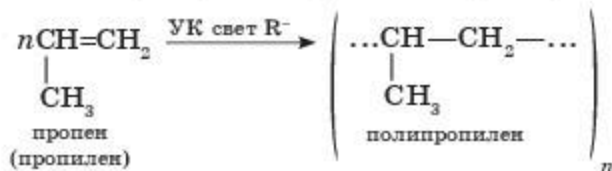


1. Какие вещества относят к высокомолекулярным соединениям? Что называют полимером?
2. Какие полимеры называют термопластичными, а какие — термореактивными?
3. Приведите примеры синтетических полимеров, которые вам известны?
4. На конкретных примерах поясните, понятия мономер, элементарное звено, олигомер, полимер.
5. На конкретных примерах поясните, что такое степень полимеризации.
6. Как классифицируются вещества в зависимости от молекулярной массы?
7. На какие типы делятся полимеры? Почему?

§ 50. РЕАКЦИЯ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ

Существуют два основных способа получения высокомолекулярных веществ: полимеризации и поликонденсации. Мы рассмотрим реакцию полимеризации. Реакция полимеризации характерна для многих органических веществ, в молекулах которых имеются двойные или тройные связи.

В реакции полимеризации объединяются одинаковые молекулы за счет разрыва кратных связей или раскрытия цикла. Например:



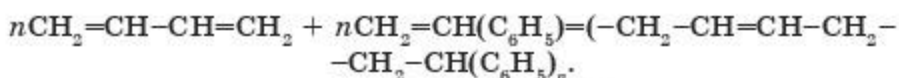
В реакцию сополимеризации могут участвовать несколько разных мономеров. Реакция полимеризации, в которую вступает несколько мономеров одновременно, называется *сополимеризацией*. Примером данной реакции может служить сополимеризация бутадиена и стирола с образованием бутадиенстирольного каучука:

Сегодня на уроке:

- познакомимся с основными понятиями высокомолекулярных соединений: мономер, элементарное звено, олигомер, полимер, степень полимеризации.

Ключевые понятия



- реакция полимеризации
- полимер
- пластмасса
- синтетический каучук



Примеры полимеров, полученных реакцией полимеризации, представлены в таблице 24.

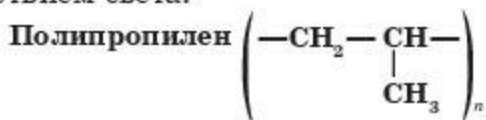
Таблица 24

Полимеры, получаемые реакцией полимеризации

ПОЛИМЕР			ПОЛИМЕР		
Название	Формула	Формула мономера	Название	Формула	Формула мономера
Полиэтилен	$(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	Полибутадиен	$(-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$ $\text{CH}=\text{CH}$
Полипропилен	$(-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$ CH_3	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$			
Полистирол (поли-винилбензол)	$(-\text{CH}_2-\text{CH}-)_n$ 	$\text{CH}_2=\text{CH}-$ 	Полиизопрен	$(-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$ CH_3	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ CH_3
Поливинилхлорид	$(-\text{CH}_2-\text{CH}-)_n$ Cl	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$	Полиоксипропен	$(-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$ Cl	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ Cl
Тетрафторэтилен	$(-\text{CF}_2-\text{CF}_2-)_n$	$\text{CF}_2=\text{CF}_2$			
Полиметил-метакрилат	$(-\text{CH}_2-\text{C}-)_n$ CH_3 $\text{C}=\text{O}$ $\text{O}-\text{CH}_3$	$\text{CH}_2=\text{C}-$ CH_3 $\text{C}=\text{O}$ $\text{O}-\text{CH}_3$	Бутадиен-стирольный каучук (СКС) сополимер бутадиена и стирола	$(-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)-)_n$	

Полимерам, получаемым реакцией полимеризацией, относятся пластмассы. Пластмассами называют материалы на основе полимеров, способные изменять свою форму при нагревании и сохранять новую форму после охлаждения. Рассмотрим наиболее популярные из современных полимеров.

Полиэтилен $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$ — один из наиболее распространенных в настоящее время полимеров. Он представляет собой роговидное вещество, жирное на ощупь. Тонкие пленки его почти прозрачны. При нагревании до 850—900°C размягчается, а при 1050°C — плавится. Полиэтилен при комнатной температуре практически нерастворим ни в одном из растворителей, устойчив к воздействию кислот, щелочей, солей, водостоек. Важное свойство полиэтилена — термопластичность. К недостаткам полиэтилена относят низкую теплостойкость, склонность к старению под действием света.

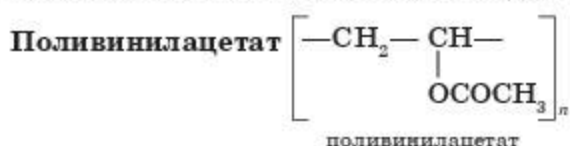




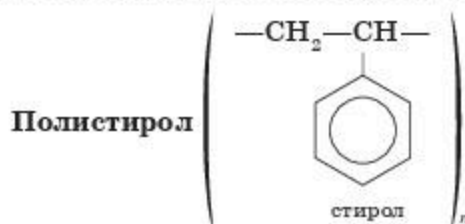
Полипропилен — вещество молочно-белого цвета, один из самых легких полимеров, обладает высокой твердостью, прочностью, устойчивостью к истиранию, термопластичностью. По теплостойкости он превосходит полиэтилен.

Полиизобутилен $(-\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-)_n$. Полиизобутилен — легкий, эластичный, каучукоподобный полимер, но в отличие от каучуков не может вулканизироваться (превращаться в резину). По химической стойкости и прочности уступает полиэтилену и полипропилену. Из него изготавливают герметизирующие мастики, клеи, пленки.

Поливинилхлорид $(-\text{CH}_2-\text{CHCl}-)_n$. Поливинилхлорид представляет собой белый твердый прозрачный материал. Горит небольшим пламенем, образуя черный хрупкий шарик. Устойчив к действию кислот, щелочей и органических растворителей. Обладает хорошей термостойкостью.



Поливинилацетат — прозрачный, бесцветный, при комнатной температуре жесткий полимер. При нагревании до 1500°C поливинилацетат разлагается с выделением уксусной кислоты. В воде полимер набухает. Он не устойчив к действию кислот, щелочей, горюч.



Полистирол прозрачный, жесткий материал, хрупкий при комнатной температуре. Он растворяется в органических растворителях (бензоле, толуоле). Хорошо окрашивается и легко обрабатывается в изделие. Сополимеризацией стирола и бутадиена получают ударопрочный полимер.



Рис. 88. Применение пластмасс

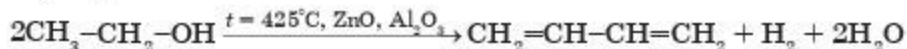


Полиметилметакрилат — этот полимер также называют “органическим стеклом”.

Он прозрачный, пропускает свыше 99% солнечного света, в том числе ультрафиолетовые лучи, что выгодно отличает его от силикатного стекла. Другими его преимуществами перед обычным стеклом являются меньшая хрупкость, обрабатываемость. Применяется полиметилметакрилат, соответственно, для остекления зданий, теплиц, плавательных бассейнов.

Политетрафторэтилен $(-\text{CF}_2-\text{CF}_2-)_n$, техническое название которого “тефлон”. Он обладает исключительно высокой химической стойкостью. Из тефлона изготавливают трубы, подшипники, различные детали химической аппаратуры и предметы быта.

Как заметили из таблицы 8, некоторые широко используемые каучуки также получают реакцией полимеризацией. Обычно каучуки классифицируют по названию мономеров, использованных для их получения (изопреновые, бутадиеновые каучуки), или по характерной группе атомов, входящих в их состав (полисульфидные, кремнийорганические и т. д.). Для получения синтетических каучуков в основном используют углеводороды, содержащиеся в нефтяных газах и продуктах переработки нефти. Каучуки натуральные и синтетические эластомеры, характеризующиеся эластичностью, водонепроницаемостью и электроизоляционными свойствами. Первым синтетическим каучуком, имеющим промышленное значение, был полибутадиеновый каучук. Он был синтезирован по методу С. В. Лебедева: получение из этилового спирта бутадиена



Важнейшие виды синтетических каучуков, их свойства и применение представлены в таблице 25.

Таблица 25

Важнейшие синтетические каучуки

Название	Формула полимера	Важнейшие свойства и применение
1	2	3
Бутадиеновый каучук	$\left[\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \text{CH}_2- \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} = \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ -\text{CH}_2 \quad \quad \text{H} \end{array} \right]_n$	Характерна газо- и водонепроницаемость. По эластичности уступает природному каучуку. В производстве кабелей, обуви, принадлежностей быта.

1	2	3
Дивиниловый каучук	$\left[\begin{array}{c} -\text{CH}_2 \quad \quad \quad \text{H}_2\text{C}- \\ \quad \quad \quad \diagdown \quad \diagup \\ \quad \quad \quad \text{C}=\text{C} \\ \quad \quad \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \end{array} \right]_n$	По износоустойчивости и эластичности превосходит природный каучук. В производстве шин.
Изопреновый каучук	$\left[\begin{array}{c} -\text{CH}_2 \quad \quad \quad \text{CH}_2- \\ \quad \quad \quad \diagdown \quad \diagup \\ \quad \quad \quad \text{C}=\text{C} \\ \quad \quad \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \quad \quad \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	По эластичности и износоустойчивости сходен с природным каучуком. В производстве шин.
Хлорпреновый каучук	$\left[-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_2- \right]_n$	Устойчив к воздействию высоких температур, бензина и масел. В производстве кабелей, трубопроводов для перекачки бензина, нефти.
Бутадиенстирольный каучук	$\left[-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}- \right]_n$	Характерна газонепроницаемость, низкая жароустойчивость. В производстве лент для транспортеров, авто.
Кремнийорганические каучуки — полиорганосилоксаны	$\left[\begin{array}{c} \text{R} \quad \quad \quad \text{R} \\ \quad \quad \quad \\ -\text{Si}-\text{O}-\text{Si}- \\ \quad \quad \quad \\ \text{R} \quad \quad \quad \text{R} \end{array} \right]_n$	Обладают тепло- и морозостойкостью, высокими электроизоляционными свойствами, обладают также физиологической инертностью, что обуславливает их применение в изделиях пищевого и медицинского назначения.

Наиболее массовое применение каучуков — это производство резин. Резина — это вулканизированный каучук с наполнителем (сажа). Суть процесса вулканизации заключается в том, что нагревание смеси каучука и серы приводит к образованию трехмерной сетчатой структуры из линейных макромолекул каучука, придавая ему повышенную прочность. Атомы серы присоединяются по двойным связям макромолекул и образуют между ними сшивающие дисульфидные мостики (рис. 88):

Сетчатый полимер более прочен и проявляет повышенную упругость — высокоэластичность (способность к высоким обратимым деформациям).

В зависимости от количества сшивающего агента (серы) можно получать сетки с различной частотой сшивки. Предельно сшитый натуральный каучук — эбонит (более 30% S) — не обладает эластичностью и представляет собой твердый материал. Применение резин представлено на рисунке 89.



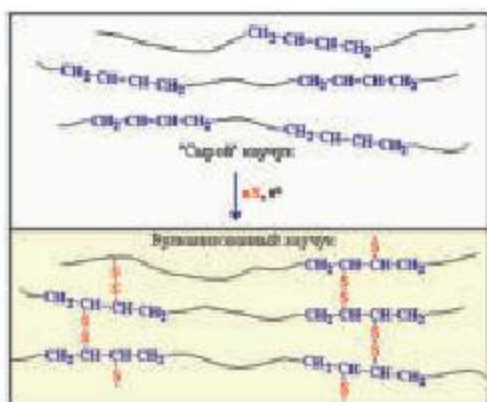


Рис. 89. Структура резины



Рис. 90. применение резины



Реакция полимеризации характерна для многих органических веществ, в молекулах которых имеются двойные или тройные связи.

В реакции полимеризации объединяются одинаковые молекулы за счет разрыва кратных связей или раскрытия цикла. Реакция полимеризации, в которую вступает несколько мономеров одновременно, называется *сополимеризацией*.



1. Опишите свойства полиэтилена, полипропилена, поливинилхлорида и тефлона.
2. Составьте уравнения реакций получения поливинилхлорида, полистирола, полиметилметакрилата.
3. Напишите реакцию сополимеризации стирола и бутадиена.
4. Для получения бутадиенового и дивинилового каучуков используют один и тот же мономер. Поясните, почему эти каучуки отличаются по своим свойствам. Напишите уравнение реакции получения дивинилового каучука.
5. Составьте уравнение образования хлорпренового каучука из 2-хлорбутадиена -1, 3.
6. Охарактеризуйте известные вам синтетические каучуки и напишите уравнения реакций их получения.
7. Чем отличаются каучуки от резины? Поясните.

Знаешь ли ты?

Прозрачная резина.

При изготовлении резины из каучука применяют оксид цинка (он ускоряет процесс вулканизации каучука). Если вместо оксида цинка к каучуку прибавить пероксид цинка, то резина получается прозрачной. Через слой такой резины толщиной 2 см можно свободно читать книгу.

§ 51. РЕАКЦИИ ПОЛИКОНДЕНСАЦИИ. ПОЛИАМИДЫ И ПОЛИЭФИРЫ

Поликонденсация — способ получения полимеров из низкомолекулярных веществ, который сопровождается выделением побочных низкомолекулярных продуктов реакции (воды, хлороводорода, аммиака и т. д.). С реакциями поликонденсации вы уже ознакомились при изучении свойств полисахаридов и аминокислот. Реакцией поликонденсации получают такие синтетические волокна как полиамиды и полиэфиры.

Классификация важнейших видов волокон показана на схеме 5.

Сегодня на уроке:

- рассмотрим реакции поликонденсации и полимеры, получаемые на их основе.

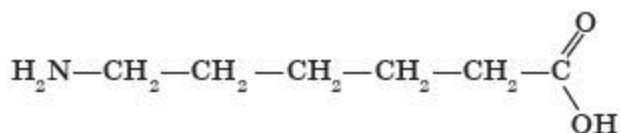
Ключевые понятия

- реакции
- поликонденсации
- полиамиды
- полиэфиры

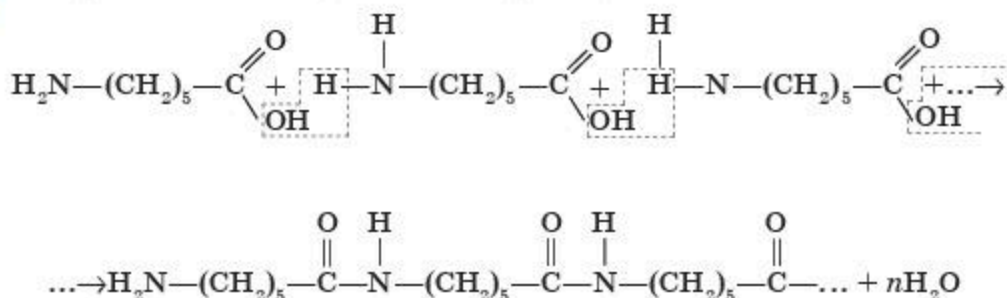
схема 5



Волокна, для производства которых используют химические методы, составляют группу химических волокон. Они делятся на искусственные и синтетические. Искусственные волокна получают химической модификацией природных материалов (хлопка, шерсти), тогда как для производства синтетических волокон используются только синтетические материалы-полимеры. Из числа синтетических волокон капроновое волокно является наиболее широко известным. Синтезируется оно из аминокaproновой кислоты:



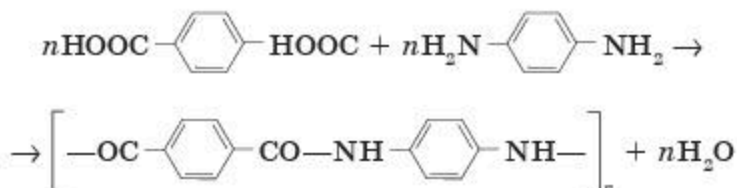
Молекулы этой кислоты, имея на концах функциональные группы с противоположными свойствами — основную и кислотную, вступают между собой в реакцию поликонденсации:



В результате реакции образуется высокомолекулярное вещество, макромолекулы которого имеют линейную структуру. Отдельные звенья полимера имеют вид:

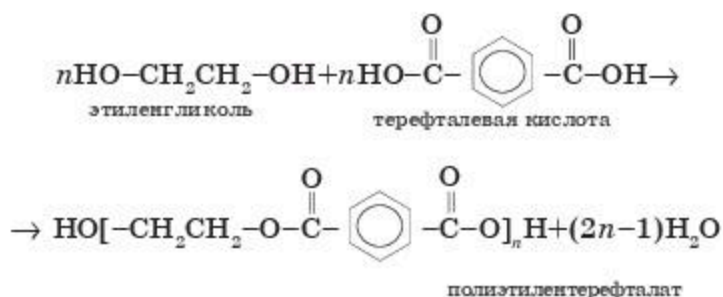
Капрон относится к группе полиамидных волокон, которые содержат амидную группу. ($-\text{NH}-\text{CO}-$). Капроновые ткани устойчивы к истиранию и не мнутся при деформациях, однако они разрушаются кислотами и не выдерживают высоких температур, поэтому их нельзя гладить горячим утюгом. Так как полимер представляет собой смолу, его применяют для получения пластмасс. Из него изготавливают различные детали машин. Предметы из капроновых пластмасс обладают большой прочностью и износостойчивостью.

Волокно кевлар также относят к группе химических синтетических полиамидных волокон. Это волокно получают реакцией поликонденсации терефталевой кислоты и парафенилендиамин:



Кевлар используется для изготовления пуленепробиваемых бронежилетов, сверхлегких летательных аппаратов, спортивного оборудования.

Лавсан — полиэфирное волокно, его получают реакцией поликонденсации терефталевой кислоты $\text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ и этиленгликоля $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$. В результате реакции образуется сложный эфир:



При поликонденсации этого сложного эфира образуется высокомолекулярное вещество — лавсан, процесс сопровождается отщеплением побочного продукта — воды. Волокно лавсан отличается высокой прочностью, износостойкостью, большой светостойкостью, является диэлектриком, однако концентрированные кислоты его разрушают. Лавсан добавляют к шерсти для изготовления высококачественных тканей и трикотажа. Его применяют также для производства транспортерных лент, ремней, ковров, парусов и т. д.



Из числа синтетических волокон капроновое волокно является наиболее широко известным. Капрон относится к группе полиамидных волокон. Волокно кевлар также относят к группе химических синтетических полиамидных волокон. Лавсан — полиэфирное волокно.



1. Какие основные виды волокон вам известны? Приведите примеры.
2. На конкретных примерах поясните, чем отличаются реакции поликонденсации от реакций полимеризации?
3. Назовите наиболее известные вам полиамидные волокна. Охарактеризуйте свойства и получение этих волокон.
4. Найлон – полиамидное волокно, которое получают поликонденсацией гексаметилен диамин $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$ и адипиновой кислотой $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$. Составьте уравнение реакции.
5. Каковы характерные свойства кевлара?
6. По какому признаку лавсан относят к полиэфирным волокнам? Охарактеризуйте его свойства.
7. Используя дополнительные информации, поясните чем отличаются искусственные волокна от синтетических.

§ 52. ПРОИЗВОДСТВО ПОЛИМЕРОВ В КАЗАХСТАНЕ

Сегодня на уроке:

- познакомимся с производством полимеров в Казахстане;
- узнаем области применения пластиков;
- оценим воздействие пластиков на окружающую среду.

Ключевые понятия

- пластики
- применения
- влияние на окружающую среду
- производство полимеров в Казахстане

По мнению авторитетных международных экспертов, производство полимерной продукции имеет большой потенциал для развития. На сегодня 96 процентов всех товаров народного потребления производится с участием нефтехимической продукции. Казахстан имеет значительный потенциал, обусловленный богатыми природными ресурсами, наличием нефтеперерабатывающих предприятий. В Атырауской области специально создана нефтехимическая зона и в Атырау построен первый казахстанский завод по производству полимерной продукции — Polymer Production. И сегодня уже завод выпускает три вида продукции: полиэтиленовую пленку, полипропиленовые мешки и БОПП-пленку. Ввод в эксплуатацию завода Polymer Production позволил впервые в Казахстане наладить выпуск инновационной полимерной продукции — биоксиально-ориенти-

рованной полипропиленовой пленки (БОПП).

БОПП-пленка отличается высокой термостойкостью, прочностью и гибкостью. Благодаря этому, пленку часто используют при упаковке товаров парфюмерной, косметической, табачной, легкой, бумажной и пищевой промышленности. Часто пленку используют для оформления цветов и сувениров, а также в производстве медицинских изделий.

На предприятии в год производят около 15 тысяч тонн БОПП-пленки, более 4 тысяч тонн полиэтиленовой пленки и 48 млн штук полипропиленовых мешков. Полипропилен производит павлодарская “Компания Нефтехим LTD”. В 2009 году завод стал первым построенным в независимой республике комплексом нефтехимической отрасли. Завод находится в городе Павлодар. Он оснащен высокопроизводительным оборудованием лидирующих японских, европейских и американских фирм, что наряду с применяемыми передовыми технологиями позволяет выпускать качественную конкурентоспособную продукцию, пользующуюся спросом и в других странах. Проект по производству полипропилена и полиэтилена в настоящее время реализуется ФНБ “Самрук-Казына”. Данный проект позволит организовать на территории РК производство до 1250 тыс. тонн полиэтилена и 500 000 тонн полипропилена в год. Помимо того, что готовая продукция наполнит местный рынок, 40 процентов будет постоянно экспортироваться в страны Центральной Азии.



Применение. *Полиэтилен и полипропилен* применяют для изготовления труб, пленок, пенопластов, товаров широкого потребления. Изделия из этих полимеров хорошо подвергаются механической обработке. Из *полистирола* изготавливают электроизоляционные материалы, различные бытовые пластмассовые изделия, пенопласты, облицовочные плиты и другие.

Поливинилхлорид один из самых широко используемых в строительстве полимеров. Из поливинилхлорида изготавливают линолеум, пленки, трубы, облицовочные материалы. В последние годы поливинилхлорид все чаще применяется для получения кровельных материалов, дверных блоков. Применяется *полиметилметакрилат*, соответственно, для остекления зданий, теплиц, плавательных бассейнов.

Из *тефлона* изготавливают трубы, подшипники, различные детали химической аппаратуры и предметы быта.

Фенолформальдегидные пластмассы производятся в наибольшем количестве. Основу их составляет фенолформальдегидная смола.

Из фенолформальдегидного полимера, добавляя различные наполнители, получают фенолформальдегидные пластмассы, так называемые фенопласты. Применяя в качестве наполнителя волокнистые материалы, например коротковолокнистый хлопок, получают пластмассы волокниты, обладающие большой прочностью. При использовании хлопчатобумажной ткани в качестве наполнителя получается особенно прочная пластмасса — текстолит. Если в качестве наполнителя используется асбест, получают материалы с очень высоким коэффициентом трения. В последнее время получает распространение древесно-слоистый пластик на основе фенолформальдегидной смолы. Такие пластмассы получают путем обработки смолой древесного шпона — тонких листов древесины — и последующего прессования их. Они прочны, дешевы и с успехом применяются в качестве конструкционных материалов и в производстве мебели.

Влияние пластика на окружающую среду

Используя его в качестве одноразовой посуды или упаковочных материалов, человечество столкнулось с накоплением пластиковых отходов, которые не разлагаются с помощью природных факторов. По приблизительным подсчетам ученых, от 1950 года и до настоящего времени в окружающую среду попало более миллиарда тонн пластика.

Большинство пластмасс производится из нефти или природного газа. Эти ресурсы добываются и перерабатываются с использованием энергоемких методов, которые разрушают хрупкую экосистему. Пластмассы содержат много различных видов химических веществ в зависимости от типа пластика. Добавление химических веществ является основной причиной, почему эти пластмассы стали настолько многоцелевыми, од-



нако это создает проблемы, связанные с ним. Производство пластмассы и все технологии термического обезвреживания пластиковых отходов (сжигание, газификация и пиролиз) приводят к высвобождению токсичных металлов (свинца и ртути), органических веществ (диоксинов и фуранов), кислых газов и других токсичных веществ в воздух, воду и почву. При использовании пластиковых изделий люди глотают или вдыхают большое количество частиц микропластика и сотни токсичных веществ. Доказано, что эти токсины оказывают пагубное воздействие на кожу, глаза и другие органы чувств, а также дыхательные пути, нервную систему, желудочно-кишечный тракт, печень и мозг. Пластиковая упаковка, особенно пластиковый пакет, является главным отходом на мусорных свалках и регулярно съедается многочисленными морскими и наземными животными. На основе лабораторных экспериментов удалось установить, что для полного разложения пластиковой бутылки под действием ультрафиолета и перепадов температур, понадобится от ста до пятисот лет. А некоторые экологи указывают также срок до тысячи лет! Области свалок постоянно завалены множеством различных типов пластмасс. На этих свалках присутствует множество микроорганизмов, которые ускоряют биodeградацию пластмасс. Что касается биоразлагаемых пластиков, то, по мере того как они разлагаются, высвобождается метан, который является очень сильным парниковым газом, что вносит существенный вклад в глобальное потепление. Пластмассы в океанах обычно разлагаются в течение года, но не полностью, и в процессе этого токсичные химические вещества, такие как бисфенол А и полистирол, могут попадать в воду. Частички полистирола и пластиковые гранулы являются наиболее распространенными видами пластикового загрязнения в океанах. Частицы пластика блокируют желудочно-кишечный тракт животного. Морские млекопитающие могут иногда запутаться в пластмассовых изделиях, таких как сетки, которые могут нанести вред или убить их.

Для борьбы с загрязнением окружающей среды полиэтиленовыми пакетами применяются различные меры, и уже около 40 стран ввели запрет или ограничение на продажу и производство пластиковых пакетов. Своими директивами Еврокомиссия обязала производителей пластика и материалов платить дополнительные налоги. Другими действенными механизмами в борьбе за уменьшение объемов пластиковых отходов, в странах того же Евросоюза, являются дополнительные налоги с продажи пластиковых изделий и преференции для производителей их бумажных заменителей. Таким образом, посуда из прессованного картона, бумажные пакеты для продуктов в супермаркете или для мусора являются дешевле пластиковых. Экономные и экологически грамотные граждане отдадут предпочтение бумажным изделиям. Бумага



состоит из целлюлозы — основного компонента всех растений, поэтому при попадании в природную среду, в отличие от пластика, очень быстро разлагается бактериями и грибами. Сегодня ведется разработка пластика нового поколения, он может разлагаться под действием природных факторов: света, воды, бактерий и так далее. В частности, к нему относится “перегнойный” (компостный) пластик, который после использования становится удобрением на полях, биопластик — перерабатывается в биотопливо, окси-биопластик — разлагается кислородом, водой и бактериями.



Казахстан имеет значительный потенциал, обусловленный богатыми природными ресурсами, наличием нефтеперерабатывающих предприятий. Полимеры широко применяются во многих областях человеческой деятельности, удовлетворяя потребности различных отраслей промышленности, сельского хозяйства, медицины.



1. Расскажите о производстве полимеров в Казахстане. Производятся ли полимеры, в краях, где вы проживаете?
2. Где применяют полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорида и тефлона?
3. Составьте уравнение реакции получения фенолформальдегидной смолы
4. Поясните, какие полимеры получают на основе фенолформальдегидных смол? Где применяют эти вещества?
5. Расскажите о влиянии пластиков на окружающую среду.
6. Назовите меры борьбы с загрязнением окружающей среды пластиками. Какое участие вы принимаете в решении этой проблемы?



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

Распознавание пластмасс и волокон

Реактивы: образцы пластмасс и волокон под номерами, концентрированные растворы серной, азотной кислот и гидроксида натрия.

Химическая посуда и лабораторное оборудование: Спиртовка, спички, стеклянные палочки, тигельные щипцы, асбестовые сетки.

Техника безопасности. Требуется соблюдение правил работы с растворами кислот, щелочей и нагревательными приборами..

Ход работы:

Распознавание пластмасс

Задание 1. В разных пакетах под номерами имеются образцы пластмасс.

Используя таблицу 1, определите, какие именно пластмассы вам выданы. Напишите формулы структурных звеньев выданных вам пластмасс.

Таблица 1

Свойства пластмасс

Название пластмассы	Физические свойства, определяемые органолептически	Отношение к нагреванию	Характер горения
Полиэтилен	Жирный на ощупь. В виде пленки, прозрачный, эластичный	Размягчается, в размягченном состоянии легко меняет форму, вытягивается в нити	Горит ярким пламенем с запахом расплавленного парафина. Продолжает гореть вне пламени
Поливинилхлорид	Эластичный, в толстых слоях жесткий. Прозрачный или непрозрачный	Размягчается и разлагается с выделением хлороводорода	горит коптящим пламенем. Вне пламени гаснет
Фенолоформальдегидная смола	Непрозрачная неэластичная, хрупкая	Не размягчается, разлагается	Загорается, при длительном пребывании смолы в пламени ощущается характерный запах фенола

Задание 2

В разных пакетах под номерами имеются образцы волокон

Используя таблицу 2, определите, какие именно волокна вам выданы. Напишите формулы структурных звеньев выданных вам волокон

Свойства волокон

Название волокна	Характеристика горения и его результат	Отношение к концентрированным кислотам и щелочам		
		HNO_3	H_2SO_4	NaOH
Хлопок	Быстро сгорает, ощущается запах жженой бумаги. После сгорания остается серый пепел	Растворяется, раствор бесцветный	Растворяется	Набухает, но не растворяется
Вискозное	То же	Растворяется, раствор бесцветный	Растворяется. Раствор красно-коричневый	Растворяется
Шерсть и шелк натуральный	Горит, ощущается запах паленого пера. образуется хрупкий черный шарик	Желтое окрашивание	Разрушается	Растворяется
Ацетатное	Горит в пламени, вне его гаснет. Спекается в темный нехрупкий шарик	Растворяется, раствор бесцветный	Растворяется	Желтет и растворяется
Капрон	при нагревании размягчается, плавится, образуя твердый нехрупкий блестящий шарик	Растворяется, раствор бесцветный	Растворяется. Раствор бесцветный	Не растворяется



Искусственные и синтетические полимеры

Химия в жизни человека

1. Высокомолекулярные соединения (полимеры) – вещества, молекулы которых состоят из множества повторяющихся структурных звеньев, соединенных между собой химическими связями. В настоящее время полимеры широко применяются во многих областях человеческой деятельности, удовлетворяя потребности различных отраслей промышленности, сельского хозяйства, медицины

2. Полимеры получают реакциями полимеризации и поликонденсации. В реакции полимеризации объединяются одинаковые молекулы за счет разрыва кратных связей или раскрытия цикла. Сополимеризация – совместная полимеризация нескольких разных мономеров.

Поликонденсация – способ получения полимеров из низкомолекулярных веществ, который сопровождается выделением побочных низкомолекулярных продуктов реакции.

3. Реакцией полимеризацией получают пластмассы и синтетические каучуки.

4. Волокна, производимые химическими способами, относятся к химическим волокнам. Они подразделяются на: искусственные и синтетические волокна. Синтетические волокна, такие как, полиамиды и полиэфиры, получают реакции поликонденсации.

5. На сегодняшний день 96% всех товаров народного потребления осуществляется с участием нефтехимической продукции

6. Витамины — низкомолекулярные органические вещества, не синтезируемые в организме, необходимые для нормальной жизнедеятельности. Гормоны выполняют функции регулятора определенных процессов в различных органах и системах органов.

§ 53. ПОНЯТИЕ О ВИТАМИНАХ И ГОРМОНАХ. РОЛЬ БИОГЕННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ



Химия и медицина. Большую роль играет химия в развитии фармацевтической промышленности: основную часть всех лекарственных препаратов получают синтетическим путем. Благодаря химии совершены многие перевороты в медицине. Без химии у нас не было бы обезболивающих лекарств, снотворных средств, антибиотиков и витаминов. В наши дни химики синтезируют большое количество лекарственных препаратов. Примерами органических веществ, применяемых в медицине являются этиловый спирт, уксусная кислота, глицерин, ацетон и другие.

По данным международной статистики, химики должны синтезировать и подвергнуть тщательным испытаниям от 5 до 10 тысяч химических соединений, чтобы отобрать один лекарственный препарат, эффективный против той или иной болезни. Еще М. В. Ломоносов говорил, что “медик без довольного познания химии совершенным быть не может”.

История применения лекарственных веществ в медицине восходит к древнейшим временам. Уже тогда люди при заболеваниях для облегчения своих страданий инстинктивно стремились прибегать к той или иной терапии. В качестве лекарственных средств использовались листья, кора, плоды и соки всех деревьев, травы и злаки, мышьяк, медь, алебастр, нефть, песок, свинцовый блеск и многие другие вещества. По мере накопления опыта люди научились использовать вещества животного и минерального происхождения. Поиск первых лекарственных средств был скорее случайным, поскольку внимание обращалось,

Сегодня на уроке:

- научимся описывать функции витаминов, гормонов в организме человека;
- узнаем природные источники некоторых витаминов.

Ключевые понятия

- **витамины**
- **гормоны**
- **природные источники витаминов**



Рис. 90. Витамины и продукты, в которых они находятся



прежде всего, на те средства, которые привлекали внимание древнего человека формой, окраской, запахом, вкусом и т. д. Первые лекарства готовились шаманами, которым древние люди верили, что они могут волшебным образом превращать растения в целебные средства. Врачи Древней Греции и Рима не только лечили пациентов, но и сами готовили лекарства. Искусство фармакологии зародилось у арабов. К X веку они собрали все известные к тому времени медицинские сведения. Многие из арабских лекарств имели более 40 составляющих. К 1500 году для некоторых лекарственных препаратов требовалось уже более 100 компонентов.

И до сих пор в качестве лекарственных средств используются 25—30% различных отваров, настоек и экстрактов растительных и животных организмов. В последнее время биология, медицинская наука и практика все чаще используют достижения современной химии. Огромное количество лекарственных соединений поставляют химики, и за последние годы в этой области значительные достигнуты успехи. Медицина обогащается все большим количеством новых лекарственных препаратов, вводятся более совершенные методы их анализа, позволяющие достаточно точно определить качество (подлинность) лекарств, содержание в них допустимых и недопустимых примесей.

Все лекарственные вещества могут быть разделены на две большие группы: неорганические и органические. Те и другие получаются из природного сырья и синтетически.

Сырьем для получения неорганических препаратов являются горные породы, руды, газы, вода озер и морей, отходы химических производств.

Сырьем для синтеза органических лекарственных препаратов служат природный газ, нефть, каменный уголь, сланцы и древесина.

Витамины. Очень важными веществами-лекарствами являются и витамины.

Витамины — низкомолекулярные органические соединения с высокой биологической активностью, которые не синтезируются (или синтезируются в незначительном количестве) в организме и необходимы для нормальной жизнедеятельности.

В настоящее время известно около 30 витаминов, 20 из которых поступают в организм с растительной и животной пищей. Отсутствие витаминов в повседневном рационе питания приводит к развитию различных заболеваний (гиповитаминозов и авитаминозов), особенно неблагоприятно сказывается на здоровье одновременное отсутствие нескольких витаминов. При этих состояниях резко задерживается рост молодого организма, снижается масса тела, уменьшается работоспособность, а также устойчивость организма к инфекциям, возникают обострения хронических заболеваний.



В настоящее время существует общепринятая классификация витаминов, в которой выделяются: жирорастворимые витамины (А, D, Е, К), водорастворимые витамины (С, группы В, РР, Н и др.), витаминopodobные вещества (Р, U, липоевая кислота и др.). Витамины до сих пор — одна из загадок природы, хотя о них многое изучено. Но почему одни из этих веществ образуются в организме сами, а другие могут попасть лишь извне? Почему без них обмен веществ нарушается, а при их избытке он нарушается еще больше? На эти вопросы пока однозначных ответов нет. Зато известно, где именно каждый из витаминов, содержащихся в пище, выполняет свою роль (рис. 90 и табл. 26).

Таблица 26

Таблица природных источников витаминов

Название витамина и его функция в организме	В каких продуктах содержатся
1	2
А — повышает сопротивляемость заболеваниям органов дыхания, сокращает длительность заболевания, сохраняет здоровыми кожу, кости, волосы, зубы и десны. Лечит фурункулы, нарывы, язвы.	Рыбий жир, печень, морковь, зеленые и желтые овощи, яйца, молочные продукты, желтые фрукты.
В₁ — “витамин бодрости духа”, нормализует работу нервов, мышц, сердца, уменьшает зубную боль, помогает при укачивании, улучшает переваривание углеводов.	Сухие дрожжи, цельная пшеница, овсянка, арахис, свинина, отруби, овощи, молоко.
В₂ — способствует росту и репродукции, сохраняет здоровыми кожу, волосы, ногти, улучшает зрение.	Молоко, печень, почки, дрожжи, сыр, зелень, рыба, яйца.
В₆ — предотвращает нервные и кожные болезни, препятствует старению, усиливает защитные функции организма положительно влияет на работу нервной системы способствует выведению излишней жидкости.	Пивные дрожжи, отруби, печень, почки, сердце, дыня, капуста, молоко, яйца.
В₁₂ — участвует в кроветворении, увеличивает энергию, поддерживает нервную систему, у детей улучшает аппетит и способствует росту.	Печень, говядина, свинина, яйца, молоко, сыр, почки.
В₁₃ — предупреждает старение, помогает в лечении склероза.	Корнеплоды, сыворотка, кислое молоко.
С — заживляет раны и ожоги, снижает уровень холестерина, предохраняет от многих вирусов и бактерий, уменьшает тромбообразование, увеличивает продолжительность жизни, снижает воздействие аллергенов.	Цитрусовые, ягоды, зеленые овощи и зелень, цветная капуста, помидоры, картофель.

1	2
Д — помогает кальцию и фосфору укреплять кости и зубы, защищает от простуды, лечит конъюнктивит, способствует усвоению витамина А.	Рыбий жир, сардины, сельдь, лосось, тунец, молочные продукты, солнечный свет.
Е — замедляет старение клеток, увеличивает выносливость, защищает легкие от загрязнений, растворяет тромбы, снижает утомляемость, заживляет ожоги, понижает давление.	Проростки пшеницы, соя, брокколи и брюссельская капуста, растительное масло, зелень, цельные злаки, яйца.
F — предупреждает повышение уровня холестерина, обеспечивает здоровье кожи и волос, улучшает самочувствие, защищает сердце.	Растительные масла, семечки подсолнуха, грецкие орехи, миндаль, авокадо.
К — предупреждает внутренние кровоизлияния, помогает правильной свертываемости крови.	Кисломолочные продукты, яичный желток, соевое масло, рыбий жир, зелень.
Р — укрепляет стенки капилляров и десны, повышает устойчивость к инфекциям.	Белая часть кожуры цитрусовых, абрикосы, ежевика, черешня, шиповник, гречка.

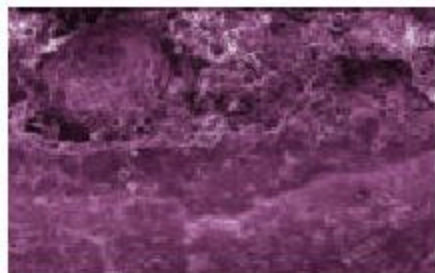


Рис. 91. Витамин С (50-кратное увеличение в микроскоп)

Гормоны. Гормоны — это биологически активные сигнальные химические вещества, которые выделяются эндокринными железами непосредственно в организме и оказывают дистанционное сложное и многогранное воздействие на организм в целом либо на определенные его органы и ткани-мишени.

Гормоны служат гуморальными (переносимыми с кровью) регуляторами определенных процессов в различных

органах и системах. Гормоны используются в организме для поддержания гомеостаза и для регуляции многих функций, таких как рост, развитие, обмен веществ, реакцию на изменения условий окружающей среды. Стоит также отметить, что гормоны не только руководят всеми процессами, которые происходят в нашем организме, они отвечают даже за наше поведение. Помимо этого, наши чувства, такие как любовь, привязанность, альтруизм, самопожертвование, романтика, также полностью зависят от гормонов. Существуют разные виды гормонов: эффекторные, регуляторные и нейрогормоны (схема 6).



Гормоны и их предназначение. *Эстрогены* — гормоны из подкласса стероидных гормонов, которые производятся в основном фолликулярным аппаратом яичников у женщин. В небольших количествах эстрогены производятся яичками у мужчин и корой надпочечников у обоих полов. Эстроген ускоряет обновление клеток, защищает сосуды от холестериновых отложений, увеличивает плотность кожи, способствует ее увлажнению, регулирует деятельность сальных желез. Кроме всего прочего, он поддерживает прочность костей и стимулирует образование новой костной ткани. Избыток эстрогена в организме может быть и опасным, что оборачивается полнотой. Гормон *прогестерон* способен уменьшать чувство голода и жажды, а также влиять на эмоциональное состояние. *Тестостерон* является основным мужским половым гормоном, андрогеном. Секретируется клетками семенников у мужчин и в небольших количествах яичниками у женщин, а также у обоих полов корой надпочечников. *Окситоцин* вырабатывается надпочечниками и в большом количестве поступает в кровь после родов. Он способствует возникновению проявления привязанности матери к ребенку.

Инсулин является гормоном пептидной природы, оказывает многогранное влияние на обмен практически во всех тканях. Основное действие инсулина заключается в снижении концентрации глюкозы в крови, он увеличивает проницаемость плазматических мембран для глюкозы, активизирует ключевые ферменты гликолиза, стимулирует образование в печени и мышцах из глюкозы гликогена, усиливает синтез жиров и белков. Если инсулина производится меньше, чем необходимо, тогда в организме остается лишняя глюкоза и развивается сахарный диабет. Конечно же, в организме человека

огромное количество самых разных гормонов, которые отвечают за те или иные функции, но даже на этих нескольких примерах становится ясно, насколько они важны для нас и какой урон для здоровья может причинить гормональный дисбаланс.



Витамины — низкомолекулярные органические соединения с высокой биологической активностью, которые не синтезируются (или синтезируются в незначительном количестве) в организме и необходимы для нормальной жизнедеятельности. Витамины находятся в составе многих природных продуктов питания.

Гормоны также являются важными химическими соединениями в нашем организме.



1. Приведите примеры формул веществ, применяемых как лекарства.
 2. Нужно ли создавать лекарства?
 3. Приведите примеры лекарств, которые смогли победить болезнь.
 4. Приведите свои примеры народных рецептов лечения каких-либо заболеваний.
 5. Что такое витамины? Почему витамины должны быть в достаточном количестве в нашем организме? Приведите примеры, когда недостаток витаминов является причиной болезней?
 6. Что такое *гормоны*? Почему гормоны важны для нашего организма?
 7. Что такое *инсулин*? Почему его недостаток является причиной сахарного диабета?
- 1. При отравлении кислотами принимают "жженую магнезию" — оксид магния, который превращает кислоты в соли. Рассчитайте массу оксида магния, которая необходима для нейтрализации 10 мл 2%-й серной кислоты. Плотность такого раствора — 1,014 г/мл.
Ответ: 0,08 г.
 - 2. При отравлении ляписом (нитратом серебра) желудок промывают 2%-м раствором поваренной соли (хлорида натрия). Рассчитайте массу раствора поваренной соли, необходимой для обезвреживания 0,1 г ляписа.
Ответ: 1,72 г.
 - 3. Водный раствор аммиака (нашатырный спирт) применяют в виде примочек при укусах муравьев, комаров, мошек. Определите, хватит ли 1 капли 1%-го раствора аммиака ($\rho = 958$ г/л) для нейтрализации муравьиной кислоты от одного укуса, если при этом под кожный покров попало 0,001 мл 1%-го раствора муравьиной кислоты. Плотность раствора муравьиной кислоты принять равной плотности воды. Объем капли равен 0,04 мл.
Ответ: хватит.
 - 4. ПДК фенола у мест водопользования составляет 0,001 мг/л. Рассчитайте, во сколько раз концентрация фенола будет превышать ПДК, если в водоем вместимостью 104 м³ со сточными водами коксохимического предприятия было сброшено 47 кг фенола.
Ответ: в 452 раза.
 - 5. В лабораторных спиртовках этиловый спирт сгорает с выделением CO₂ и H₂O. Вычислите объем CO₂, который накопился в химическом кабинете объемом 288 м³, если на каждом из 18 столов за время работы учеников сгорает 2,3 г спирта. Рассчитайте объемную долю CO₂ и поясните, окажет ли он влияние на самочувствие учащихся, работающих в кабинете, если учесть, что объемная доля

CO_2 в атмосферном воздухе составляет 0,03%. Если же его содержание превышает 4%, то происходит раздражение дыхательных путей, возникают шум в ушах и головная боль.

Ответ: 0,007%, не окажет.

- 6. Фармацевту необходимо приготовить глазные капли, содержащие 0,25% сульфата цинка, 2% борной кислоты. Какую массу этих веществ ему надо взять, если он взял 200 мл воды?

Ответ: 0,5 г и 4,1 г.

- 7. Порошок "Регидрон" используют при обезвоживании организма. Одна доза порошка содержит 3,5 г хлорида натрия, 2,5 г хлорида калия, 2,9 г цитрата натрия, 10 г глюкозы. Перед употреблением дозу растворяют в 1 л воды. Определите массовую долю всех компонентов порошка "Регидрон" в полученном растворе.

Ответ: 0,34% , 0,25% , 0,28% и 0,98% (соответственно)



Древние знахари предлагали для лечения своеобразные рецепты. Приведем один рецепт борьбы с облысением: "Смешать жир льва, гиппопотама, змеи, кошки и каменного барана, а затем втереть в кожу головы". Однако все это, видимо, мало помогало, судя по тому, что очень часто в саркофагах находили не только лысых фараонов, но и их облысевших жен. Некоторые из них вынуждены были даже носить парики.

Еще один древний рецепт: при головных болях класть больному на голову электрического ската и держать его до тех пор, пока боль не исчезнет. Таким методом лечили от мигрени.



Среди жителей Японии, Кореи и Индонезии, питавшихся в основном очищенным рисом, была распространена болезнь бери-бери. Причину этой болезни удалось узнать нидерландскому врачу Христиану Эйкману, работавшему в тюремном госпитале на острове Ява, и помогли ему в этом... куры, бродившие по двору. Их кормили очищенным зерном, и птицы страдали заболеванием, напоминавшим бери-бери. Стоило заменить его, на неочищенный рис — болезнь прошла. И вот в 1911 году молодой польский химик Казимир Функ выделил из рисовой шелухи витамин в кристаллическом виде. Проведя ряд опытов, он пришел к выводу, что загадочный куриный недуг предотвращает простое азотсодержащее вещество — амин (витамин B_1). Год спустя он же придумал и название для подобных веществ — "витамины" от латинских слов "vita" (жизнь) и "amine" (азот).



Сегодня на уроке:

- познакомимся с 12 принципами “зеленой химии”;
- поймем масштабы загрязнения атмосферы, гидросферы и литосферы.

Ключевые слова

- “зеленая химия”
- загрязнения

Человечество через два столетия развития современной химии и через сто лет промышленного ее применения пришло к той незримой черте, когда очевидны стали две истины:

1) без химии (без новых материалов, эффективных лекарств, средств защиты растений и т. д.) человек не может обойтись;

2) химическое производство в современном виде дальше существовать не должно. Однако, чем была бы наша жизнь без химии? Смогли бы без нее выжить человечество, развиваться цивилизация. Ответы на эти вопросы ясны: без современных материалов, красителей, средств защиты растений, лекарств это было

бы невозможно.

Научное направление под названием “зеленая химия” возникло в 90-х годах XX века и довольно быстро нашло сторонников в химическом сообществе. Новые схемы химических реакций и процессов, которые разрабатывают во многих лабораториях мира, призваны кардинально сократить влияние на окружающую среду крупнотоннажных химических производств. “Зеленая химия” предполагает новую стратегию — вдумчивый отбор исходных материалов и схем процессов, который вообще исключает использование вредных веществ.

Пути, по которым уже сейчас движется “зеленая химия”, можно сгруппировать в три больших направления: 1) новые пути синтеза (часто это реакции с применением катализатора); 2) возобновляемые исходные реагенты (то есть полученные не из нефти); 3) замена традиционных органических растворителей.

“Зеленая химия” является новым инновационным подходом к сокращению или полному отказу от использования опасных и токсичных химических веществ.

“Зеленая химия” — это принципиально новый подход к решению экологических проблем, заключающийся в использовании чистых и менее загрязняющих окружающую среду промышленных процессов и гарантирует, что производители берут на себя ответственность за производимые продукты.



Таким образом, проведение химических процессов в соответствии с принципами “зеленой химии” рассматривается как с точки зрения получения необходимых веществ и



потребительских товаров, так и возможных последствий для общественного здоровья и окружающей среды.

Почему мы нуждаемся в “зеленой химии”?

Потребители часто не имеют полной информации о химических веществах и продуктах или о возможных негативных последствиях, вызванных этими химическими веществами. С тысячами химических веществ, которые мы используем сегодня, совершенно невозможно, да и не нужно, разбираться обычным людям. Для этой цели должны быть всеобъемлющие подходы, которые действуют еще до того, как продукты попадают к потребителям. Причем это должно касаться как обычных продуктов питания, так и многотонажных промышленных производств.

В чем заключается разница между наукой об окружающей среде и “Зеленой химией”?

“Зеленая химия” — это не раздел химии, а новый способ мышления в химии. В общем, это и не только химия, хотя без глубоких знаний химии и химической технологии здесь не обойтись. Многие ошибочно считают, что “зеленая химия” и экология — это одно и то же. Напротив, конечная цель “зеленой химии” — свести на нет усилия экологов по удалению тех вредных выбросов, которые являются основной проблемой практически всех химических (и не только химических) производств. Если экологи пытаются обезвредить последствия, создаваемые химией, то задача “зеленой химии” — обеспечить такие производства, в которых последствия вообще отсутствуют.

Цель “зеленой химии” — предотвращение загрязнения в процессе создания химических продуктов или процессов, т. е. предотвращение загрязнения на самых начальных стадиях планирования и осуществления химических процессов.

В 1998 году П. Анастас и Дж. Уорнер в книге “Зеленая химия: теория и практика” сформулировали 12 принципов “Зеленой химии”. Эти принципы отражают деятельность научного сообщества, промышленности и государственных органов, направленную на снижение или устранение использования опасных материалов и химических процессов.

1. Лучше предотвратить потери, чем перерабатывать и чистить отходы.

2. Методы синтеза надо выбирать таким образом, чтобы все материалы, использованные в процессе, были максимально переведены в конечный продукт.

3. Методы синтеза по возможности следует выбирать так, чтобы используемые и синтезируемые вещества были как можно менее вредными для человека и окружающей среды.

4. Создавая новые химические продукты, надо стараться сохранить эффективность работы, достигнутую ранее, при этом токсичность должна уменьшаться.



5. Вспомогательные вещества при производстве, такие как растворители или разделяющие агенты, лучше не использовать совсем, а если это невозможно, их использование должно быть безвредным.

6. Обязательно следует учитывать энергетические затраты и их влияние на окружающую среду и стоимость продукта. Синтез по возможности надо проводить при температуре, близкой к температуре окружающей среды, и при атмосферном давлении.

7. Исходные и расходуемые материалы должны быть возобновляемыми во всех случаях, когда это технически и экономически выгодно.

8. Где возможно, надо избегать получения промежуточных продуктов (блокирующих групп, присоединение и снятие защиты и т. д.).

9. Всегда следует отдавать предпочтение каталитическим процессам (по возможности наиболее селективным).

10. Химический продукт должен быть таким, чтобы после его использования он не оставался в окружающей среде, а разлагался на безопасные продукты.

11. Нужно развивать аналитические методики, чтобы можно было следить в реальном времени за образованием опасных продуктов.

12. Вещества и формы веществ, используемые в химических процессах, нужно выбирать таким образом, чтобы риски химической опасности, включая утечки, взрыв и пожар, были минимальными.

Последовательное использование принципов зеленой химии приводит к снижению затрат на производство хотя бы потому, что не требуется вводить стадии уничтожения и переработки вредных побочных продуктов, использованных растворителей и других отходов. Сокращение числа стадий ведет к экономии энергии, и это тоже положительно сказывается на экологической и экономической оценке производства.

Именно “Зеленая химия” является долгосрочным рычагом управления охраной окружающей среды, способствует общественному здравоохранению и помогает сохранить окружающую среду для будущих поколений.

Схема 7





“Зеленая” химия — это не раздел химии, а новый способ мышления в химии. В общем, это и не только химия, хотя без глубоких знаний химии и химической технологии здесь не обойтись. Многие ошибочно считают, что “зеленая” химия и экология — это одно и то же. Напротив, конечная цель “зеленой” химии — свети на нет усилия экологов по удалению тех вредных выбросов, которые являются основной проблемой практически всех химических (и не только химических) производств.



1. Прокомментируйте принципы “зеленой химии”. Попробуйте привести свои примеры.
2. В настоящее время большое внимание уделяется разработке безотходных и экологически чистых технологий с низкой энергоемкостью. Исходя из этих требований, предложите схему получения важного азотного удобрения — аммиачной селитры. В качестве исходных соединений можно использовать любые встречающиеся в природе вещества.
3. Рассказ-задача “Сухой и холодный”. Чтобы получить этот оксид в твердом виде, достаточно взять его жидком состоянии и... вылить прямо в бумажный пакет. Получится белый порошок, с которым хорошо знакомы уличные продавцы мороженого. Этот оксид честно служит людям: его хорошо знают те, кто хотя бы однажды пользовался огнетушителем или пил газированную воду. А голландский ученый Ян Баптист ван Гельмонт в 1620 г. назвал этот оксид “лесным духом”. Что это за вещество? Напишите три уравнения получения этого вещества.
4. В природных водах железо присутствует в виде гидрокарбоната железа (II). Как, используя этот факт, можно объяснить, что накипь на стенках чайника никогда не бывает белого цвета? При необходимости напишите уравнения реакций.
5. Для имитации золотых изделий раньше применяли “голландский металл” — сплав меди с цинком. Как отличить вещь, сделанную из такого сплава, от золотой вещи? В уравнениях реакций расставьте коэффициенты методом электронного баланса.
6. После удаления разлитых нефтепродуктов, бензина, керосина остается неприятный запах. Небольшие помещения можно проветрить. А что делать с огромными площадями? Как избавиться от неприятного запаха? Предложите свой способ решения данной проблемы.
7. Повышенная доза сильнодействующего лекарства может оказаться опасной для жизни человека. Хорошо бы, чтобы лекарство исключало опасность, не допускало таких случаев (пусть даже сознательного применения повышенных доз). Как это сделать?
8. Морские птицы иногда садятся на нефтяные пятна и мараются, случается, и погибают. Как уберечь птиц от посадки на нефтяное пятно? Как сделать, чтобы нефтяные пятна сами отпугивали морских птиц? Какие ресурсы и природные явления можно привлечь на пользу защиты птиц?

Знаешь ли ты?

Прозрачная резина. При изготовлении резины из каучука применяют оксид цинка (он ускоряет процесс вулканизации каучука). Если вместо оксида цинка к каучуку прибавить пероксид цинка, то резина получается прозрачной. Через слой такой резины толщиной 2 см можно свободно читать книгу.



Знаешь ли ты?

В Германии, в Центре катализа, прорабатывают технологию применения CO_2 , извлеченного из углеродных ловушек электростанций. Его можно использовать в качестве исходного химического сырья и получить те или иные циклические карбонаты, поликарбонаты или многоатомные спирты. Ценность этой технологии в том, что, используя углекислый газ в качестве реагента, можно на 15% уменьшить потребность в органическом сырье, которое необходимо для производства многоатомных спиртов.

Знаешь ли ты?

В качестве автомобильного топлива биоэтанол по некоторым параметрам превосходит бензин. В нем гораздо меньше примесей (например, серы), а октановое число по исследовательскому методу достигает 125 единиц. Однако заправлять большинство серийных автомобилей биоэтанолом в чистом виде пока нельзя. Поэтому этанол иногда используют как высокооктановую добавку в привычный бензин, а соответствующее топливо маркируют буквой E, например, маркировка бензина E₁₀ (10% этанола). Наибольшее распространение биотопливо получило в Бразилии, ископаемые запасы в которой невелики, а вот климат вполне способствует выращиванию растительного сырья. Еще одним преимуществом биотоплива считают сокращение выбросов парниковых газов.

Знаешь ли ты?

В последнее время широким фронтом ведутся также работы по получению био-разлагаемых полимеров для современных упаковок, в том числе и для пищевых продуктов. Например, компания Дау Кемикал несколько лет назад разработала полимер NatureWorks на основе молочной кислоты. В шутку говоря, конфеты в обертке из этого материала можно съесть вместе с оберткой — вреда не будет, хотя вкусовые качества пока не гарантируются (рис. 93)



Рис. 93. Разложение одноразовой посуды из биоразлагаемого синтетического полимера — полимолочной кислоты

§ 55. ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ, ГИДРОСФЕРЫ, ЛИТОСФЕРЫ

В наши дни проблема окружающей среды чрезвычайно возросла в связи со значительным, а очень часто и катастрофическим воздействием хозяйственной деятельности человека на природу. Производственная деятельность человека нанесла биосфере — живой оболочке Земли — серьезный урон, нарушив сложившееся за время существования планеты экологическое равновесие. Загрязнение окружающей среды в нашем сознании связывается в первую очередь с отравлением воды, воздуха, земли, которое может непосредственно влиять на здоровье и самочувствие человека (рис. 92).

Однако химическое загрязнение чревато и косвенными эффектами. Например, большие выбросы углекислого газа сказываются на климате, что, в свою очередь, отражается на производстве продуктов питания; изменение концентраций биогенных элементов (азота, серы, фосфора, калия и др.) приводит к гибели одних популяций и бурному размножению других. Возникли глобальные экологические проблемы. Рассмотрим загрязнение атмосферы.

Ежедневно среднестатистический человек вдыхает порядка 20 000 литров воздуха, содержащего, помимо жизненно важного кислорода, целый перечень вредных взвешенных частиц и газов. Загрязнители ат-

Сегодня на уроке:

- поймем масштабы загрязнения атмосферы, гидросферы и литосферы.

Ключевые слова

- источники загрязнения
- экологические проблемы



Рис. 92. Оболочки Земли



мосферы условно делятся на 2 типа: естественные и антропогенные. Последние преобладают.

Причины экологической проблемы:

С химической промышленностью дела обстоят не лучшим образом. Заводы выбрасывают такие вредные вещества, как пыль, мазутная зола, различные химические соединения, оксиды азота и многое другое. Замеры воздуха показали катастрофическое положение атмосферного слоя, загрязненный воздух становится причиной многих хронических заболеваний.

Загрязнение атмосферы — экологическая проблема, не понаслышке знакомая жителям абсолютно всех уголков Земли. Особенно остро ее ощущают представители городов, в которых функционируют предприятия черной и цветной металлургии, энергетики, химической, нефтехимической, строительной и целлюлозно-бумажной промышленности. В некоторых городах атмосферу также сильно отравляют автотранспорт и котельные. Все это примеры антропогенного загрязнения воздуха.

Что же касается естественных источников химических элементов, загрязняющих атмосферу, то к ним относятся лесные пожары, извержения вулканов, ветровые эрозии (развевание почв и частиц горных пород), распространение пылицы, испарения органических соединений и естественная радиация (рис. 93).



Рис. 93. Выбросы загрязняющих веществ

Охрана атмосферы от химического загрязнения.

Атмосфера нашей планеты состоит из нескольких слоев: тропосферы, стратосферы, мезосферы и термосферы (рис. 94).

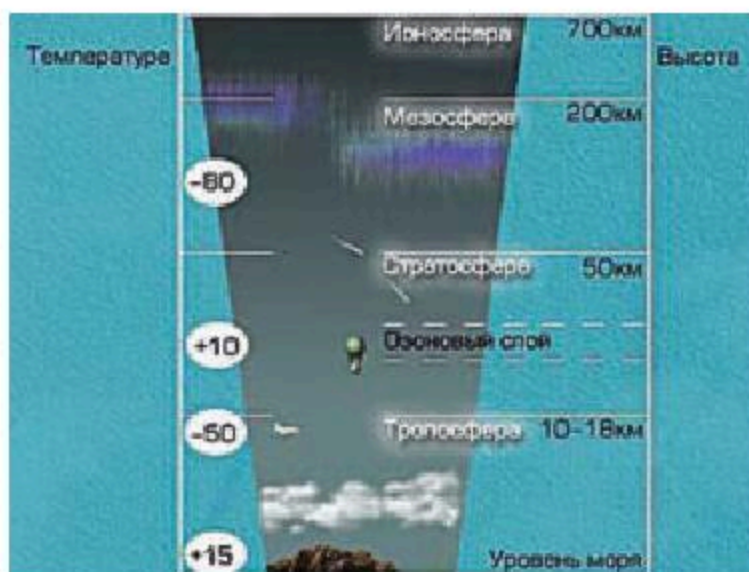


Рис. 94. Строение атмосферы

Как известно, атмосферный воздух представляет собой смесь газов, содержащих по объему 78,09% азота, 20,95% кислорода, 0,93% аргона, 0,03% углекислого газа. В процессе развития жизни на земле все организмы, в том числе и человек, приспособились именно к такому составу атмосферы и очень чутко реагируют на его изменения.

Особое значение имеет кислород как главный компонент биологического окисления. Для поддержания обмена веществ требуется непрерывная доставка кислорода в ткани и клетки. Атмосферный азот служит источником веществ, необходимых для питания растений, а углекислый газ — осуществления процесса фотосинтеза.

Атмосфера оказывает не только прямое влияние на живые, но и косвенное, поскольку от нее зависит характер солнечной радиации, достигающей поверхности земли, климат и другие факторы, регулирующие существование биосферы. Атмосфера — регуляторный механизм биосферы и является одной из главных частей механизма, регулирующего круговорот воды, кислорода, азота, углерода (рис. 95).

Значение атмосферы состоит в том, что она служит экраном, защищающим жизнь на земле от губительных воздействий из космоса. Через атмосферу проникают солнечные лучи — источник жизни. Атмосфера прозрачна для электромагнитного излучения в диапазоне длин волн от 0,3 до 0,52 м, в которых заключено 82% всей энергии солнечных лучей, а также для радиоволн длиной от 1 мм до 30 м. Жесткое ко-

ротоковолновое излучение — рентгеновские лучи — поглощается всей толщей атмосферы и не доходит до поверхности земли.

Особое значение имеет атмосферный озон O_3 , интенсивно поглощающий коротковолновые ультрафиолетовые лучи с длиной волны менее 0,29 нм. Таким образом, атмосфера защищает жизнь на земле от коротковолновых лучей. Вместе с тем она пропускает инфракрасное излучение солнца, но благодаря содержащихся в ней озону, углекислому газу и водяному пару непрозрачна для инфракрасного излучения земли.

Если бы эти газы не содержались в атмосфере, Земля превратилась бы в безжизненный шар, средняя температура на поверхности которого была бы $-23^{\circ}C$, в то время, как она фактически равна $+14,8^{\circ}C$. Жизнь в той форме, в которой она существует на Земле, возможна лишь при наличии атмосферы со всеми ее физическими и химическими свойствами. Естественное загрязнение атмосферы можно рассматривать как фактор, способствующий ее регуляторной функции, поэтому сам термин *загрязнение* здесь является в какой-то мере условным. В атмосферу попадают газы, выделяющиеся в результате горения лесов, извержения вулканов, биохимических реакций. Особое значение имеет естественная атмосферная пыль. Она образуется при выветривании горных пород, эрозии почв, лесных и торфяных пожарах. В атмосфере она создает ядра конденсации, без которых было бы невозможно образование осадков: снега, дождя.

Последствия загрязнения атмосферы

Атмосферное загрязнение воздуха отрицательно сказывается на здоровье человека, способствуя развитию сердечных и легочных за-

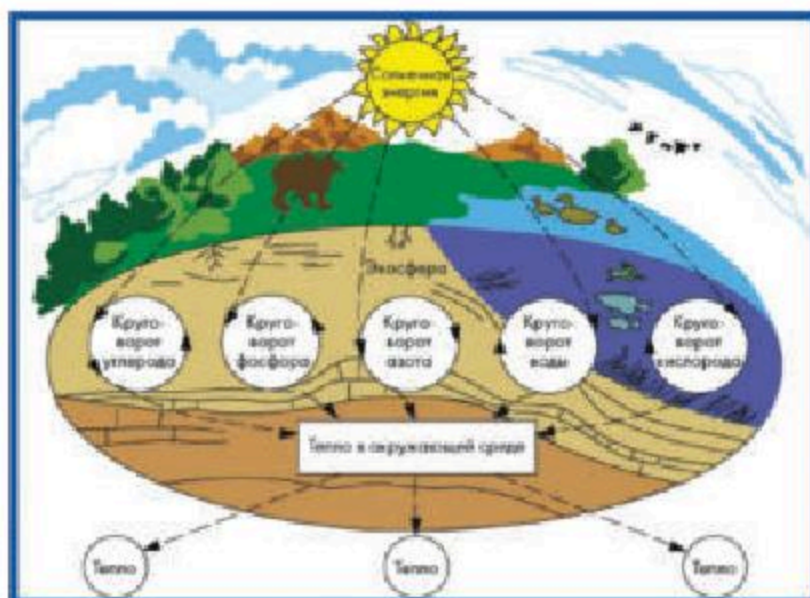


Рис. 95. Круговорот веществ в природе



болеваний (в частности, бронхита). Кроме того, такие загрязнители атмосферы, как озон, оксиды азота и диоксид серы разрушают естественные экосистемы, уничтожая растения и вызывая смерть живых существ (в частности, речной рыбы).

Решение экологической проблемы

Глобальную экологическую проблему загрязнения атмосферы, по словам ученых и представителей власти, можно решить следующими путями:

- сокращение объемов использования энергии;
- повышение энергоэффективности;
- уменьшение отходов;
- переход на экологически чистые возобновляемые источники энергии;
- очистка воздуха на особо загрязненных территориях.



Атмосфера — регуляторный механизм биосферы и является одной из главных частей механизма, регулирующего круговорот воды, кислорода, азота, углерода.

Еще одной из причин разрушения атмосферы является смог.

◆ **Смог (smog)** — общепринятое название явления, под которым подразумевается смесь дыма (smoke) и тумана (fog), вдыхание которого приводит к раздражению дыхательных путей. Смог подразделяют на два основных вида:

- лондонский;
- фотохимический.

◆ **Лондонский смог.** Лондонский смог формируется при влажности воздуха около 100%, температуре 0°C, длительной штилевой погоде и высокой концентрации продуктов сгорания твердого и жидкого топлива (SO_2 , сажа, NO_2 и CO). Наблюдается чаще в осенне-зимний период, характерен для умеренных широт с влажным морским климатом. Смог получил свое название после происшедшей в столице Великобритании в декабре 1952 г. катастрофы, связанной с высокой загрязненностью воздуха и длительным штилем в течение двух недель. В этот период резко повысилось число легочных и сердечно-сосудистых заболеваний, смертность увеличилась более чем в 10 раз. Всего в 1952 г. умерло свыше 8000 человек (рис. 96).



Рис. 96. Лондонский смог. 1952 г.

◆ **Фотохимический смог.** Фотохимический смог или по-другому фотохимический туман — это относительно новый тип атмосферного загрязнения. Он является актуальной экологической проблемой наиболее крупных городов, где сконцентрировано огромное количество транспортных средств. Фотохимический смог — это многокомпонентная смесь газов и аэрозольных частиц. Основными компонентами смога



Рис. 97. Фотохимический смог

являются озон, оксиды серы и азота, а также многочисленные органические соединения перекисной природы, которые в совокупности называются фотооксидантами. Смог возникает, когда молекулярный кислород и оксиды азота, которые накапливаются в атмосфере во время устойчивой безветренной погоды, поглощают энергию ультрафиолетового излучения солнца, от этого молекулы переходят в возбужденное электронное состояние. Такое состояние характеризуется способностью быстро вступать в химические реакции, т. е. оксиды азота и молекулярный кислород моментально окисляют продукты сгорания автомобильного топлива — остатки углеводородов, которые выбрасываются в атмосферу огромным количеством транспорта, в результате образуются новые органические соединения. Таким образом, благоприятной погодой для образования фотохимического тумана является ясная безветренная погода, которая чаще всего стоит с июня по сентябрь (рис. 97).



1. Почему необходимо охранять атмосферный воздух в больших городах и промышленных центрах?
2. Какие промышленные города Казахстана в наибольшей степени загрязняют окружающую среду? Покажите их на карте. Назовите виды производства, наиболее загрязняющие природу.

- *1. В природе постоянно происходит круговорот биогенных элементов: углерода, водорода, кислорода, фосфора, азота и др. Человек в процессе своей деятельности вмешивается в круговорот веществ, используя минеральное сырье для своих нужд. Какая масса углерода должна превратиться в CO_2 , чтобы получить 1 л минеральной газированной воды с концентрацией угольной кислоты 2%, $\rho = 1 \text{ г/см}^3$.

Ответ: 3,84 г.

§ 56. РАЗРУШЕНИЕ ОЗОнового СЛОЯ

Сегодня на уроке:

- изучим причины разрушения озонового слоя;

Ключевые слова

- озоновый слой
- парниковый эффект

Озоновый слой — тонкая полоска стратосферы, защищающая все живое на Земле от губительных ультрафиолетовых лучей солнца.

Еще в 1970-х гг. экологи обнаружили, что озоновый слой разрушается под воздействием хлорфторуглеводородов. Эти химические вещества входят в состав охлаждающих жидкостей холодильников и кондиционеров, а также растворителей, аэрозолей/спреев и огнетушителей. В меньшей степени истончению озо-

вого слоя способствуют и другие антропогенные воздействия: запуск космических ракет, полеты реактивных самолетов в высоких слоях



атмосферы, испытания ядерного оружия, сокращение лесных угодий планеты. Существует также теория, согласно которой истончению озонового слоя способствует глобальное потепление (рис. 98).

Последствия разрушения озонового слоя

В результате разрушения озонового слоя ультрафиолетовое излучение беспрепятственно проходит через атмосферу и достигает поверхности земли. Воздействие прямых УФ-лучей пагубно сказывается на здоровье людей, ослабляя иммунную систему и вызывая такие заболевания, как рак кожи и катаракта (рис. 99).

Разрушение озонового слоя. Наиболее опасным для разрушения озонового слоя являются фторхлоруглеводороды. У поверхности Земли эти вещества практически не вступают во взаимодействия и поэтому не опасны. Но попадая в верхние слои атмосферы, там, где существует озоновый слой, они вступают в химическое взаимодействие с ним и разрушают его. Рассмотрим, какие процессы происходят при этом:

Типичный полифторхлоруглеводород (CF_2Cl_2) подвергается ультрафиолетовому излучению, и образуется атом хлор с высокой реакционной активностью.



В стратосфере этот атом хлора вступает в реакцию с озоном, и образуются молекулы двух газов: кислорода и оксида хлора (ClO)

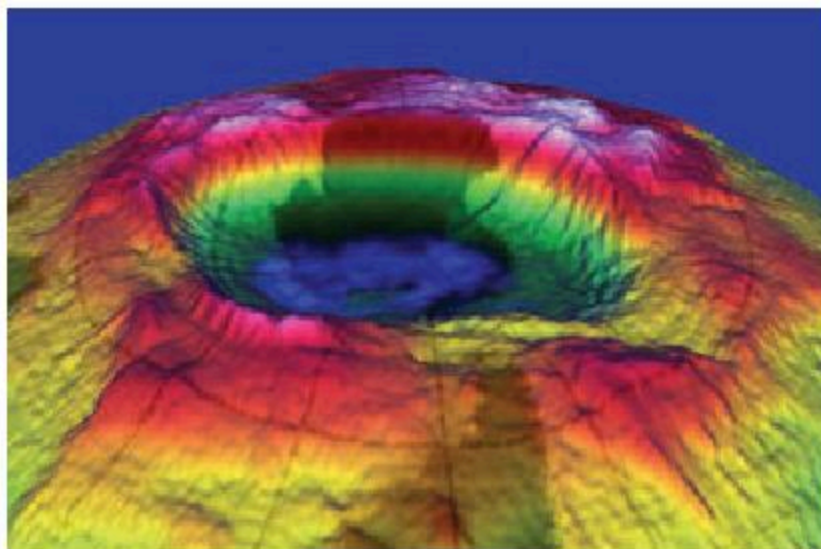
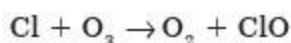


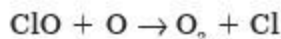
Рис. 98. Трехмерное изображение антарктической озоновой дыры было построено по данным с телескопа Центра космических полетов им. Годдара NASA



Рис. 99. Разрушение озонового слоя

Эта реакция, которая приводит к разрушению озонового слоя. Однако если на этом этапе процесс остановится, то проблемы будут сведены к минимуму.

3. Затем в стратосфере оксид хлора может вступать в реакцию с атомом кислорода, в результате чего образуется молекула кислорода и атом хлора, которые теперь могут снова начать процесс разрушения озона.



Таким образом, одна молекула фторхлоруглеводорода может положить начало процессу, в результате которого будет разрушено большое количество молекул озона.



В результате разрушения озонового слоя ультрафиолетовое излучение беспрепятственно проходит через атмосферу и достигает поверхности земли. Воздействие прямых УФ-лучей пагубно сказывается на здоровье людей.



1. В чем причина "разрушения озонового слоя"?
2. Составьте свой проект по решению проблемы "парникового эффекта" и разрушения озонового слоя.
3. Бензол обладает общетоксическим и мутагенным действием, а также воздействует на репродуктивную функцию женщин. Действует на почки, печень, изменяет формулу крови (уменьшает количество лейкоцитов, тромбоцитов, красных



кровяных телец), нарушает структуру хромосом. Нитробензол также обладает общетоксическим действием. Окисляет гемоглобин крови в метгемоглобине (метгемоглобинемия), вызывает желтушное окрашивание белков глаз, физиологические и неврологические расстройства. Запишите молекулярные и структурные формулы данных веществ.

- 1. В стратосфере на высоте 20—30 км находится слой озона O_3 , защищающий Землю от мощного ультрафиолетового излучения солнца. Если бы не "озоновый экран" атмосферы, то фотоны большой энергии достигли бы поверхности Земли и уничтожили на ней все живое. Подсчитано, в среднем на каждого жителя Нур-Султана в воздушном пространстве над городом приходится по 150 моль озона. Сколько молекул озона, и какая его масса приходится в среднем на одного жителя Нур-Султана?

Ответ: $9,03 \cdot 10^{25}$; 7,2 кг.

- *2. Рассчитайте объем CO_2 (н. у.) возвращенного в круговорот углерода в результате деятельности метанооксиляющих бактерий, если ими было утилизировано из воздуха 4,8 т CH_4 . Процесс биологического окисления метана идет ступенчато:
 $CH_4 \rightarrow CH_3OH \rightarrow HCHO \rightarrow HCOOH \rightarrow CO_2$.
Масса CH_4 в атмосфере равна $4,3 \cdot 10^8$ т, а общая масса CO_2 – $2,3 \cdot 10^{12}$ т.

§ 57. ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ

Подобно стеклянным стенам парника углекислый газ, метан, оксиды азота и водяной пар позволяют солнцу нагревать нашу планету и одновременно препятствуют выходу в космос отражающегося от поверхности земли инфракрасного излучения. Все эти газы ответственны за поддержание температуры, приемлемой для жизни на земле. Однако повышение концентрации углекислого газа, метана, оксидов азота и водяного пара в атмосфере — это очередная мировая экологическая проблема, именуемая глобальным потеплением (или парниковым эффектом).

Причины глобального потепления:

В течение XX в. средняя температура на земле выросла на $0,5—1^\circ C$. Главной причиной глобального потепления считается повышение концентрации углекислого газа в атмосфере вследствие увеличения объемов сжигаемого людьми ископаемого топлива (уголь, нефть и их производные). Однако по заявлению А. Кокорина, руководителя климатических программ Всемирного фонда дикой природы (WWF), "наибольшее количество парниковых газов образуется в результате работы электростанций и выбросов метана в ходе добычи и доставки энергоресурсов, в то время

Сегодня на уроке:

изучим причины глобального потепления
сумеем разграничивать проблемы "парникового эффекта" и разрушения озонового слоя;
сможем оценивать пути решения глобальных проблем.

Ключевые слова

- глобальное потепление
- парниковый эффект



как дорожный транспорт или сжигание попутного нефтяного газа в факелах наносят сравнительно небольшой вред окружающей среде”.

Другими предпосылками глобального потепления являются перенаселение планеты, сокращение площади лесных массивов, истощение озонового слоя и замусоривание. Однако не все экологи возлагают ответственность за повышение среднегодовых температур целиком на антропогенную деятельность. Некоторые считают, что глобальному потеплению способствует и естественное увеличение численности океанического планктона, приводящее к повышению концентрации все того же углекислого газа в атмосфере.

Последствия парникового эффекта (рис. 100):

Если температура в течение XXI в. увеличится еще на 1—3,5°C, как прогнозируют ученые, последствия будут весьма печальными: поднимется уровень Мирового океана (вследствие таяния полярных льдов), возрастет количество засух и усилится процесс опустынивания земель, исчезнут многие виды растений и животных, приспособленные к существованию в узком диапазоне температур и влажности, участятся ураганы.

Решение экологической проблемы

Замедлить процесс глобального потепления, по словам экологов, помогут следующие меры:



Рис. 100. Парниковый эффект



- повышение цен на ископаемые виды топлива;
- замена ископаемого топлива экологически чистым (солнечная энергия, энергия ветра и морских течений);
- развитие энергосберегающих и безотходных технологий;
- налогообложение выбросов в окружающую среду;
- минимизация потерь метана во время его добычи, транспортировки по трубопроводам, распределения в городах и селах и применения на станциях теплоснабжения и электростанциях;
- внедрение технологий поглощения и связывания углекислого газа;
- посадка деревьев;
- экологическое просвещение;
- применение фитомелиорации в сельском хозяйстве.

Экологические проблемы Казахстана и пути их решения. В нашей республике также существуют некоторые экологические проблемы.

Серьезной остается проблема загрязнения воздуха, особенно в крупных промышленных центрах. Государственный приоритет в “Стратегии 2030” РК отнесены: экологическая безопасность, рациональное использование природных ресурсов, экологическое благополучие граждан и некоторые проблемы социальной экологии.

Причинами высокого уровня загрязнения воздуха в городах являются устаревшие технологии производства, неэффективные очистительные сооружения, низкое качество применяемого топлива, слабое использование возобновляемых источников и нетрадиционных источников энергии. Резкое увеличение числа автомобилей вызывает рост концентрации оксида углерода и диоксида азота в крупных городах (Нур-Султан, Алматы, Усть-Каменогорск, Шымкент), где среднегодовые концентрации этих веществ превышают предельно допустимые. Загрязнение воздушного бассейна также связано с разработкой старых и освоением новых месторождений углеводородного сырья, что приводит к увеличению загрязнения атмосферы сероводородом и меркаптанами. Основными источниками искусственных аэрозольных загрязнений воздуха являются ТЭС, которые потребляют уголь высокой зольности, обогатительные фабрики, металлургические, цементные, магнезитовые и сажевые заводы.

Учитывая все перечисленные экологические проблемы в нашей республике, проводится целенаправленная и продуманная политика по защите окружающей среды от загрязнений. На уровне государственного контроля разработаны правовые акты, направленные на защиту атмосферы, водных источников и почвы от вредных воздействий.



Задачи экологии и охраны природы — это рациональное и плановое использование природных ресурсов, защита окружающей среды от загрязнений, это плановая система государственного контроля, международных и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование, охрану и восстановление природных ресурсов, удовлетворение материальных и культурных потребностей грядущих поколений.



1. В чем причина глобального потепления?
2. Каковы последствия парникового эффекта?
3. Назовите пути решения экологичной проблемы.
4. Какие экологические проблемы существуют в нашей стране и каковы пути их решения?

Знаешь ли ты?

Считается, что стены древнего греческого Акрополя раскрошились больше из-за кислотных дождей, прошедших за последние 40 лет, нежели за все предыдущие 2,5 тысячи лет. Около 40% территории Китая подвергается постоянному воздействию кислотных дождей, а к 1984 году половина деревьев знаменитого Черного леса в Германии была повреждена такими осадками.

ГЛОССАРИЙ

(словарь терминов на русском, казахском и английском языках)

Алканами (парафинами) или предельные углеводороды – это углеводороды с общей формулой C_nH_{2n+2} , в молекулах которых атомы углерода соединены одинарными σ -связями

Алкандар — молекула құрамындағы көміртек атомдары өзара тек дара σ -байланыстар арқылы байланысқан жалпы формуласы C_nH_{2n+2} болатын алифатты қаныққан көмірсутектер.

Alkanes an organic molecule which contains only single carbon-carbon bonds.

Алкенами или непредельными углеводородами называют углеводороды с общей формулой C_nH_{2n} , в молекулах которых между атомами углерода имеется одна двойная связь

Алкендер — молекула құрамында бір қос байланысы бар, жалпы формуласы C_nH_{2n} болатын қанықпаған көмірсутектер.

Alkenes an organic molecule with general formula C_nH_{2n} containing at least one $C=C$ bond.

Алкадиенами или диеновыми углеводородами называют органические соединения с общей формулой C_nH_{2n-2} , в молекулах которых имеются две двойные связи.

Алкадиендер — құрамында екі қос байланысы бар, жалпы формуласы C_nH_{2n-2} болатын қанықпаған көмірсутектер.

Organic compounds with the general formula C_nH_{2n-2} , in the molecules of which there are two double bonds, are called **alkadienes** or **diene hydrocarbons**.

Алкины (алкиндер; alkynes)-углеводороды с общей формулой C_nH_{2n-2} , в молекулах которых имеется тройная связь образованных одной σ - и двумя π -связями.

Алкиндер — құрамында, бір үш еселі байланысы бар біреу σ -екеу π -байланыстаң тұратын жалпы формуласы C_nH_{2n-2} болатын қанықпаған көмірсутектер.

Alkynes are hydrocarbons with the general formula C_nH_{2n-2} , in the molecules of which there is a triple bond formed by one σ and two π -bonds

Альдегиды (альдегидтер; aldehydes) — органические вещества, содержащие альдегидную CO функциональную группу.

Альдегидтер молекулаларында көмірсутек радикалдарымен байланысқан альдегид CO функционалдық тобы бар органикалық қосылыстар.

Aldehydes An organic molecule containing a $-CO$ group.

Амины (амин; amine) производные аммиака, в молекулах которого один или несколько атомов водорода замещены углеводородными радикалами.

Аминдер — молекуласындағы бір немесе бірнеше сутек атомы көмірсутек радикалына алмасқан аммиактың туындылары

Amines are derivatives of ammonia, in the molecules of which one or more hydrogen atoms are replaced by hydrocarbon radicals.

Аминокислотами (аминоқышқылдар; amino acid) называют азотсодержащие органические соединения, в молекулах которых содержатся аминогруппы $-NH_2$ и карбоксильные группы $-COOH$.

Аминокышқылдар — молекуласында амин ($-NH_2$) және карбоксил ($-COOH$) топтары бар органикалық қосылыстар.

Amino acids are called nitrogen-containing organic compounds, the molecules of which contain amino groups $-NH_2$ and carboxyl groups $-COOH$.

Амидная (пептидная) связь (амидтік (пептидтік) байланыс; amide (peptide) bond) — связь между молекулами аминокислот $-CO-NH-$ называется амидной или пептидной группой





Амидтік (пептидтік) байланыс-нәруыз молекулаларындағы аминқышқылдарының арасындағы $-\text{CONH}$ байланыс

Amide (peptide) bond is a bond between amino acid molecules due to peptide bonds $-\text{CO-NH}-$

Аренами (ароматическими углеводородами) (арендер (ароматты көмірсутектер); aromatic hydrocarbon) — карбоциклические углеводороды с общей формулой $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$, в молекулах которых имеется бензольное кольцо, (бензольное ядро)

Арендер (ароматты көмірсутектер) — молекулаларының құрамында бензол сақинасы (бензол ядросы) бар жалпы формуласы $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$ болатын карбоциклді көмірсутектер.

Aromatic hydrocarbon is a type of hydrocarbon compound, which has at least one structural ring of 6-carbon atoms.

Ациклические (не содержащие циклов) (ациклді қосылыстар; acyclic compounds) — соединения с открытой (незамкнутой) цепью углеродных атомов (прямой или разветвленной).

Ациклді қосылыстар ашық тізбекті қосылыстар — молекуласындағы көміртек атомдары өзара түзу немесе тарамдалған тізбек құрап қосылған органикалық заттар

Acyclic compounds are compounds with an open chain of carbon atoms.

Белки (нәруыз; protein) — это природные полимеры, состоящие из остатков α -аминокислот, связанных между собой пептидными связями.

Нәруыздар — α -аминокышқылдарының қалдығынан құралған құрылысы күрделі жоғары молекулалы полимерлер

Proteins are natural polymers consisting of residues of α -amino acids linked by peptide bonds

Брожение (ашу; fermentation) — окислительно-восстановительный процесс, ферментативное расщепление органических веществ

Ашу — органикалық заттардың ферментті тотығу-тотықсыздану процесі.

The conversion of glucose by microorganisms such as yeast into ethanol and carbon dioxide, lactic acid and e.t.

Вулканизация (вулканизациялау; vulcanization) — технологический процесс (получения резины) взаимодействия каучуков с серой и углеродом, при котором происходит сшивание молекул каучука в единую пространственную сетку.

Вулканизациялау — көксағыздың қасиеттерін жақсарту үшін күкірт пен көміртекті қосып қыадыру резеке алу процесі

A special chemical process, where rubber is treated with sulfur and other chemical substances under high temperature, so that they combine with the rubber to enhance its strength and elasticity is called vulcanization.

Высокомолекулярные соединения (полимеры) (полимерлер, polymers) — химические соединения, молекулярный вес которых составляет величину от нескольких тысяч до нескольких миллионов

Жоғары молекулалы қосылыстар (полимерлер) — ондаған мың және жүздеген мың, кейде миллиондаған атомдардан тұратын үлкен молекулалар

Polymers. A molecule containing many repeating units. Plastics are polymers and are formed by free radical chain reactions.

Гетероциклические соединения (гетероциклді қосылыстар; heterocyclic compounds) - соединения, в циклах которых наряду с атомами углерода содержатся и атомы других элементов гетероатомы (N, S, O и другие).

Гетероциклді қосылыстар — циклге көміртек атомдарынан басқа да элементтердің атомдары кіретін қосылыстар (гетероатомдар N, S, O т.б.)

Heterocyclic compounds — the major classes of heterocycles containing the common heteroatoms—nitrogen, oxygen, and sulfur—are reviewed in order of increasing ring size, with compounds containing other heteroatoms left to a final section.



Геометрические изомеры (геометриялық изомер; geometrical isomer) — характерны для соединений, содержащих двойную связь или цикл, в которой молекулы атомов или группы атомов располагаются относительно двойной связи. Делятся цис- и транс-изомерию.

Геометриялық изомер — молекуладағы атомдар және атомдар тобы қос байланысқа қатысты орналасқан изомері. Изомерлер цис- және транс- болып бөлінеді.

Isomerism where atoms or groups of atoms can take up different positions around a double bond or a ring. This is also called cis-trans-isomerism.

Гидратация (гидраттану, hydration) — присоединение воды к различным веществам

Гидраттану — суды қосу реакциясы

When a molecule has water molecules attached to it.

Гидрирование (сутектендіру, гидрлендіру; hydrogenation) -реакции идущие с присоединением водорода

Гидрлену — сутек қосылы жүретін реакциялар

Hydration — The reactions of cations with water to produce a weak base or of anions to produce a weak acid.

Горение (жану; combustion) — физико-химический процесс, протекающий с выделением тепла в результате реакции окисления

Жану — заттардың оттектен өрекеттесіп, көмірқышқыл газын, су және жылу болжә жүретін реакциясы

Combustion — When a compound combines with oxygen gas to form, heat

Гибридизация (гибридизация; hybridization) атомных орбиталей — образование гибридных (новых) орбиталей, имеющих одинаковые формы, энергию, угол связи в результате смещения орбиталей разной формы и энергии.

Гибридтену пішіндері өртүрлі, энергиялары шамалас орбитальдардың араласып, пішіні, энергиясы, байланыс бұрышы, т.б. сипаттамалары бірдей гибридтенген жаңа орбитальдар түзілуі.

Hybridization — the formation of hybrid (new) orbitals having the same shape, energy, bond angle as a result of the displacement of orbitals of different shapes and energies.

Гидроксиды (основания) (негіз) — сложные вещества, образующие при диссоциации одну или несколько гидроксильных групп и ион металла (или ион аммония); рН среды рН>7

Негіз-ерігенде OH^- иондарына ыдырайтын күрделі заттар. Олардың рН ортасы рН>7
A compound that gives off OH^- ions in water. They are slippery and bitter and have a pH greater than 7.

Гидролиз(гидролиз; hydrolysis) — реакция обмена сложного вещества и воды приводящее к разложению (жиров, белков, углеводов, солей)

Гидролиз — күрделі заттардың сумен алмасу нәтижесінде айырылуын айтады (май, нәруыз, көмірсулар гидролизі, тұздар гидролизі)

The reactions of cations with water to produce a weak base or of anions to produce a weak acid.

Гомологи (гомологи, homologous series) — соединения, сходных по своему строению и свойствам, но отличающихся друг от друга по составу на одну или несколько групп $-\text{CH}_2$.

Гомологтар — құрылысы мен қасиеттері ұқсас, бірақ бір немесе бірнеше $-\text{CH}_2$ тобына айырмашылығы бар заттар.

A series of organic compounds, that can be represented by a general chemical formula. Members of any homologous series have similar chemical properties.

Дегидратация (дегидраттау; dehydration) — реакция отщепления воды путем в органических веществах.



Дегидраттау — органикалық заттардан су бөліне жүретін айрылу реакциялар
The removal of water from a substance by heating it, placing it in a dry atmosphere or using a drying (dehydrating) reagent such as concentrated sulphuric acid.

Дегидрирование (дегидрогенизация) (сутексіздендіру, дегидрлендіру; dehydrogenation) — отщепление водорода от органических соединений путем окисления или нагревания.

Дегидрлену — органикалық заттардан сутектің бөліну реакциясы.

It is a chemical reaction that involves the removal of hydrogen from an organic molecule.

Донор(донор; donor) — атом, молекула или ион, поставляющий пару электронов на образование химической связи по донорно-акцепторному механизму.

Донор-бос электроны жұбы бар бөлшек, мысалы, аммиак NH_3

A donor atom is the one that shares or donates its electrons to a Lewis acid to form a coordination complex.

Жиры (Май, Fat) — вещества растительного или животного происхождения, состоящие из смесей триглицеридов — сложных эфиров глицерина и высших жирных кислот (главным образом стеариновой, пальмитиновой, олеиновой, линолевой, линоленовой).

Майлар — глицерин мен жоғары карбон қышқылдарының күрделі эфирлері

1) A compound consisting of glycerol and fatty acids. 2) A triglyceride

Изомеры (изомерлер; Isomers) — вещества, имеющие одинаковый состав и молекулярную массу, но различающихся строением и свойствами молекул.

Изомерлер — құрамы бірдей, құрылысы мен қасиеттері өртүрлі болатын органикалық қосылыстар

Molecules whose molecular formulas are same but the structural formulas are different are known as isomers.

Ингибиторы (стабилизаторы, пассиваторы) (ингибитор; inhibitor) — вещества, тормозящие химические процессы

Ингибиторлар — химиялық реакцияның жылдамдығын баяулататын, бірақ өздері жұмсалмай қалатын өршіткілер.

A substance that slows down a chemical reaction.

Ион (ион; ion) — электрически заряженный атом или группа атомов.

Ион — электрлік зарядталған атом немесе атомдар тобы

An atom or a molecule carrying an electric charge is called an ion. It is formed as a result of losing or gaining of electrons.

Карбоновые кислоты (карбон қышқылдары; organic (carboxylic) acids) — это органические вещества, молекулы которых содержат одну или несколько карбоксильных групп $COOH$, соединенных с углеводородным радикалом или водородным атомом.

Карбон қышқылдары — молекула құрамында карбоксил тобы ($COOH$) бар органикалық заттар

An organic molecule with a $-COOH$ group on it. Acetic acid is the most famous one.

Карбоциклические соединения (карбоциклді қосылыстар; carbocyclic compounds) — циклические соединения, образованные только углеродными атомами.

Карбоциклді қосылыстар — циклді қосылыстар тек көміртек атомдарынан құралады
Carbocyclic compounds cyclic compounds formed only by carbon atoms.

Катализатор (катализатор; catalyst) вещества увеличивающие или замедляющие скорости химической реакции, но сами при этом не расходуются.

Катализатор (өршіткі) реакция жылдамдығын арттыратын немесе тежейтін, бірақ өздері шығынға ұшырамайтын заттар.



A substance that speeds up a chemical reaction without being used up by the reaction.

Кетоны (кетондар; ketones) — органические соединения, в молекулах которых карбонильная группа связана с двумя углеводородными радикалами ($R-CO-R'$).

Кетондар құрамында функционалдық карбонил $-C=O$ тобы бар оттекті органикалық қосылыстар (мысалы ацетон)

A molecule containing a $R-CO-R'$ functional group. Acetone(dimethyl ketone) is a common one.

Кислота (қышқыл; acid) сложное вещество, диссоциирующее на ионы H^+

Қышқыл — H^+ иондарына диссоциацияланатын күрделі заттар.

This is anything that gives off H^+ ions in water.

Кислотные дожди (қышқылдық жауын; acid-rains) общее название осадков, содержащих кислотные оксиды (обычно серы или азота).

Rain that contains large amounts of harmful chemicals as a result of burning substances such as coal and oil.

Крахмал (крахмал; starch) — природный полимер (полисахарид), макромолекула которого состоит из циклических остатков α -глюкозы, образующихся в результате фотосинтеза растений.

Крахмал — табиғи полимер (полисахарид) макромолекуласы циклді α -глюкозаның қалдықтарына тұрады.

Starch is a polymeric carbohydrate consisting of numerous glucose units joined by glycosidic bonds. This polysaccharide is produced by most green plants as energy storage.

Крекинг (крекинг; cracking) процесс расщепления углеводородов, содержащихся в нефти, в результате которого образуются углеводороды с меньшим числом атомов углерода в молекуле.

Крекинг-мұнай өнімдеріндегі үлкен молекулалы қөмірсутектерді жоғары қысымда қайта өңдеу кіші молекулаларға айналдыру.

The process by which organic molecules with complex structures are broken down into simpler forms, by heating them in the absence of atmospheric oxygen, under the influence of a catalyst.

Коксование (кокстеу; coking) — метод переработки топлив, преимущественно углей, заключающийся в нагревании их без доступа воздуха до температуры $900-1050^{\circ}C$, с образованием коксового газа, каменноугольной смолы, аммиака и др.

Кокстеу-таскөмірді ауа қатыстырмай кокс пештерінде $900-1050^{\circ}C$ температурада өңдеу. Өнімдері кокс газы, таскөмір шайыры, аммиак т.б.

Coking — solid fuel processing method

Многоатомные спирты (қөпатомды спирттер; multiatomic alcohols) — органические соединения, содержащие несколько гидроксильных групп, связанных с органическим радикалом.

Қөпатомды спирттер құрамында бірнеше гидроксил (ОН) тобы бар көмірсутектердің туындылары.

Multiatomic alcohols are organic compounds containing several hydroxyl groups associated with an organic radical

Молекула (молекула; molecule) — это наименьшая частица вещества, сохраняющая его свойства.

Молекула заттын қасиеттері сақталған ең ұсақ бөлшегі

A small, neutrally charged particle formed as a result of chemical bonding between two or more atoms.

Моль ((моль; mole) — это количество вещества, содержащее столько структурных единиц (молекул, атомов, ионов, электронов или других), 1 моль любого вещества содержит $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул (постоянная Авогадро).



Моль — зат мөлшерінің өлшем бірлігі. $6,02 \cdot 10^{23}$ (Авогадро саны) бөлшегі (атом, ион молекула, электрондар) бар заттың мөлшері

Also known as Avogadro's constant. It is the number of particles present in one mole of any substance. It is equal to $6,023 \cdot 10^{23}$

Молярная масса (M) (молярлық масса; molar mass) — показываает массу вещества количеством 1 моль

Мольдік масса (M) — заттың 1 мольінің граммен өлшенетін массасы

The mass per mole of atoms of an element. It has the same value and uses the same units as atomic weight.

Молярный объем (V_m) (молярлық көлем; molar volume) — объем занимаемый газом количеством 1 моль. При нормальных условиях (н.у) равен 22,4 л

Мольдік көлем (V_m) — бір моль газдың алатын көлемі. Қалыпты жағдайда (қ.ж.) бұл 22,4 л-ге тең.

The molar volume, symbol V_m , is the volume occupied by one mole of a substance at a given temperature and pressure.

Моносахариды (моносахаридтер; monosaccharides) — простейшие углеводы, в молекулы содержат одну карбонильную группу(альдегидо- или кетон-) и несколько гидроксильных групп (альдегидоспирты, кетоны)

Моносахаридтер — қарапайым көмірсүтектер, молекуласында бір карбонил (альдегид немесе кетон) және бірнеше гидроксил топтары бар қосылыстар.

Monosaccharides, also called simple sugar and the most basic units of carbohydrates

Мономеры (мономерлер) — низкомолекулярные соединения, содержащие кратные связи. Применяются для синтеза полимеров

Мономерлер- полимер синтезделетін кіші молекулалы зат

Monomer. A small molecule and building block for larger chain molecules or polymers ('mono' means one, 'mer' means part). *Examples:* tetrafluoroethene for teflon, ethene for polyethene.

Насыщенные углеводороды (предельные УВ) (қаныққан көмірсүтектер (шекті)) в молекулах которых атомы углерода соединены друг с другом и атомами водорода простыми (одинарными) связями

Қаныққан көмірсүтектер (шекті) молекуласындағы көміртек және сүтек атомдары бір-бірімен қарапайым байланыста болатын қосылыстар

Saturated hydrocarbons. The simplest forms of hydrocarbon compounds, where all the carbon atoms are bonded to each other with the help of single bonds.

Ненасыщенные углеводороды (непредельные УВ) (қанықпаған көмірсүтектер (шексіз)) — в молекулах которых два или несколько атомов углерода связаны между собой кратными связями (двойными или тройными).

Қанықпаған көмірсүтектер (шексіз) — молекуласында көміртек атомдары еселі байланыстар (қос және үш) арқылы жалғасқан.

Unsaturated hydrocarbons. A type of organic compound that consists of one or more number of double or triple bonds between the carbon atoms

Нитросоединения (нитроқосылыстар; nitro compounds) — органические соединения, содержащие функциональную нитро-группу ($-NO_2$) связанную с углеводородным радикалом.

Нитроқосылыстар — органикалық қосылыстар құрамында көмірсүтек радикалмен байланысқан нитротоп ($-NO_2$) болады

Nitro compounds are organic compounds containing a functional nitro group ($-NO_2$) bound to a hydrocarbon radical



Нормальные условия (н.у.) (қалыпты жағдай; standard conditions) определены IUPAC (Международным союзом практической и прикладной химии) следующим образом: Температура 0°C (273 K) и давление 101.325 кПа (1 атм; 760 мм.рт.ст)

Қалыпты жағдай (қ.ж) IUPAC (Халықаралық практикалық және қолданбалы химия одағы) келесідей анықтайды: қысым 1 атм (немесе 760 мм.с.б., 101,325 кПа), температура 0°C(273 K)

Standard conditions for temperature and pressure are standard sets of conditions for experimental measurements to be established to allow comparisons to be made between different sets of data

Нуклеофилы (нуклеофилдар; nucleophil) частица имеющая отрицательный заряд анионы(OH⁻, Cl⁻, S²⁻) и соединения с неподеленной парой электронов (NH₃, H₂O и т. д.).

Нуклеофилдар теріс зарядты бөлшек

Nucleophil. A molecule or substance that has a tendency to donate electrons or react at electron-poor sites such as protons.

Сложный эфир (күрделі эфирлер; esters-an) органические вещества, которые образуются в реакциях этерификации, идущие с отщеплением воды, реакция обратимая.

Күрделі эфирлер органикалық қосылыстар этерификация реакциясында түзіледі, су бөлініп қайтымды реакцияға жатады

Esters-an organic molecule with R—CO—OR' functionality. **Ether** — A compound containing two organic radicals linked by an oxygen atom.

Спирты (спирттер; alcohols) — органические соединения молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены гидроксильными группами (OH)

Спирттер — бір немесе бірнеше атомдары сутек гидроксил (OH) тобына алмасқан органикалық заттар

An organic compound which consists of a hydroxyl group (-OH) attached to a carbon atom of an alkyl group chain

Структурная формула (құрымдылық формула; structural formula) показывает порядок соединения атомов в молекуле.

Құрымдылық формула молекуладағы атомдардың өзара байланысу тәртібін көрсететін формула.

The structural formula of a chemical compound is a graphic representation of the molecular structure, showing how the atoms are possibly arranged in the real three-dimensional space.

Органические соединения(органикалық қосылыстар; organic compounds- соединения углеводородов и их производных.

Органикалық қосылыстар — көмірсутектер және олардың туындылары.

A compound that contains carbon (except carbon dioxide, carbon monoxide, and carbonates).

Пиролиз(пиролиз; pyrolysis) — разложение органических веществ без доступа воздуха при высокой температуре.

Пиролиз — көмірді ауа қатыстырмай жабық реакторда қыздыру

Pyrolysis decomposition of organic substances without air at high temperature

Полимеризация (полимерлену; polymerization) — процесс соединения одинаковых молекул в более крупные.

Полимерлену — қосылу реакциясы нәтижесінде полимерлердің түзілуі, мысалы этилен-полиэтилен

The process where the smaller units of molecules are combined to form a large three-dimensional structure of polymer chains is called polymerization

Поликонденсация (поликонденсациялану; polycondensation)реакции, в результате которых из низкомолекулярных веществ образуются высокомолекулярные, причем



этот процесс сопровождается выделением побочного продукта (воды, аммиака, хлороводорода и др.).

Поликонденсациялану — көпфункционалы мономерлер қатысады, бір-бірімен ерекеттескенде қарапайым кіші молекулалы затты (көбіне суды) бөле отырып бірігеді. Процесс сатылап жүреді.

Polycondensation of the reaction, resulting in the formation of high molecular weight substances from low molecular weight substances, is accompanied by the release of a by-product

Радикалы(радикал ;radicals) свободные атомы или группы атомов с неспаренными электронами, неустойчивые и способные быстро вступить в химические превращения.

Радикал жұптаспаған электроны бар бөлшек

Radicals An atom or group of atoms with at least one unpaired electron.

Риформинг (Риформинг; *Reforming definition*) — процесс получения высококачественных нефтепродуктов путем изомеризации, ароматизации, алкилирования(получение разветвленных углеводородов) в присутствии катализаторов.

Риформинг — көмірсутектерді өршіткілер қатысында изомерлеу, ароматтау, алкилдендіру (тармақты көмірсутектерді алу) арқылы жоғары сапалы мұнай өнімдерін алу процесі

Reforming definition, the process of cracking low-octane petroleum fractions in order to increase the octane number.

Углеродная цепь (көміртек тізбегі; carbon chain) последовательность соединенных между собой атомов углерода.

Көміртері тізбегі — өзара байланысқан көміртек атомдарының тізбегі.

A hydrocarbon chain is a molecule that consists of entirely hydrogen and carbon.

Циклические соединения (циклді қосылыстар; cyclic compounds) — соединения, в которых углеродные атомы образуют циклы, если в цикле только атомы углерода, это карбоциклические. Гетероциклические соединения содержат в цикле, кроме атомов углерода, один или несколько атомов других элементов — гетероатомов

Циклді қосылыстар — тізбектері тек көміртек атомдарынан құралса карбоциклді ал көміртек атомдарымен бірге циклді басқа элементтердің де атомдары азот, күкірт және т.б болса гетероциклді деп аталады.

Cyclic compounds — compounds in which carbon atoms form cycles.

Фенолы(фенолдар; phenols) — органические соединения, содержащие гидроксильную группу, непосредственно связанную с бензольным кольцом.

Фенолдар — гидроксил тобы бензол сақинасымен тікелей байланысқан органикалық қосылыстар.

Phenols of the compound in which the hydroxyl group is attached to the benzene ring

Функциональные группы(функционалдық топ; functional groups) группы атомов, которые обуславливают характерные химические свойства данного класса веществ.

Функционалдық топ заттарға тән химиялық қасиеттерін анықтайтын атомдар тобы

Functional groups
A generic term for a group of atoms that cause a molecule to react in a specific way. It's really common to talk about this in organic chemistry, where you have "aldehydes, carboxylic acids, amines" and so on.

Ферменты(ферменттер: enzymes) — катализаторы биологического происхождения, ускоряющие химические реакции, необходимые для жизнедеятельности организмов.

Ферменттер — барлық тірі организмдер құрамына кіретін арнайы ақуыздар. Химиялық реакцияларды жеделдетеді.

Enzymes — catalysts of biological origin



Сигма (σ) связь (сигма (σ -) байланыс; *sigma (σ -) bond*) химические связи, образующиеся в результате перекрывания орбиталей вдоль линии, соединяющей центры ядер двух атомов.

Сигма (σ -) байланыс-*s, p* электрондардың бұлтардың қабысуы байланысушы атомдар ядроларының қосатын түзу бойында жатады. ауданы олардың орталықтарын қосатын түзудің бір электрон жұбы арқылы пайда болады, жай дара байланыс
Sigma (σ -) bond A real fancy way of saying "single bond".

Пи (π -) связь (пи (π -) байланыс; *pi (π -) bond*) химические связи, образующиеся в результате перекрывания орбиталей в двух областях, т. е. вне линии, соединяющей центры ядер атомов.

Пи (π -) байланыс-*p* электрондарының қабысуы ауданы олардың орталықтарын қосатын түзудің екі жағында орналасады
Pi (π -) bond A double bond.

Углеводы (көмірсулар; *carbohydrates*) — органические соединения, содержащие карбонильные и гидроксильные группировки атомов, имеющие общую формулу $C_n(H_2O)_m$.
Көмірсулар — жалпы формуласы $C_n(H_2O)_m$ құрамында карбонилді және гидроксилді атомдық топтары бар органикалық қосылыстар
Carbohydrates A hydrocarbon chain is a molecule that consists of entirely hydrogen and carbon.

Электрофилы (электрофилдер; *electrophile*) — это катионы или молекулы, имеющие атом с незаполненной орбиталью или частичным положительным зарядом, способные взаимодействовать с атомами, обладающими избытком электронной плотности, т. е. являющиеся акцепторами электронов.

Электрофилдер толтырылмаған орбитальды немесе ішінара оң заряды бар, электрон тығыздығы жоғары атомдармен өркеттесуге қабілетті атомы бар катиондар немесе молекулалар, электронды акцепторлар.
An electrophile is an atom or molecule that accepts an electron pair to make a covalent bond.

Электрон (электрон; *electron*) — элементарная частица с отрицательным электрическим зарядом.

Электрон — теріс электр заряды бар элементардық бөлшек
Electron is a negatively charged subatomic particle that revolves around the nucleus of an atom.

Электроотрицательность (электртерістік; *electronegativity*) — способность атома, находящегося в соединении, притягивать к себе общие электроны

Электртерістік атомның қосылыстағы электрондарды өзіне тарту қабілеті.
Electronegativity is a measure of the tendency of an atom to attract a bonding pair of electrons.

Этерификация (этерификация; *etherification*)

Реакция обмена карбоновой кислоты и спирта, в результате которой образуется сложный эфир и вода.

Этерификация реакциясы — қарбон қышқылы мен спиттер арасындағы алмасу реакциясының нәтижесінде күрделі эфир мен су түзіледі

The process of converting a substance (as an alcohol or phenol) into an ethe

Химия органическая (химия органикалық; *chemistry organic*) — химия углеводородов и их производных

Химия органикалық — көмірсүтектер мен олардың туындыларының химиясы
Chemistry organic — chemistry of hydrocarbons and their derivatives



СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
-------------------	---

ВВЕДЕНИЕ В ОРГАНИЧЕСКУЮ ХИМИЮ. ТЕОРИЯ СТРОЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

§ 1. Особенности строения атома углерода, гибридизация	5
§ 2. Электронная природа химических связей в органических соединениях	12
§ 3. Основные положения теории органических соединений А.М. Бутлерова	14
§ 4. Изомерия и гомологический ряд	18
§ 5. Понятие о свободных радикалах и их значение в жизни живых организмов ...	20
§ 6. Классификация органических веществ	25
§ 7. Номенклатура органических соединений	30
§ 8. Значение органических соединений в природе и жизни человека. Роль казахстанских ученых в развитии органической химии	34

УГЛЕВОДОРОДЫ И ИХ ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ

§ 9. Алканы	41
§ 10. Решение задач на "Определение молекулярной формулы вещества по продуктам сгорания"	47
§ 11. Решение задач на нахождение молекулярных формул органических веществ по массовым долям элементов и относительной плотности их паров	49
§ 12. Циклоалканы	50
§ 13. Алкены	55
§ 14. Получение и свойства алкенов и их применение	58
§ 15. Алкадиены (диеновые углеводороды)	65
§ 16. Каучук. Резина	69
§ 17. Алкины	73
§ 18. Свойства алкинов	77
§ 19. Арены и их производные	84
§ 20. Свойства аренов и их применение	89
§ 21. Генетическая связь углеводородов и их производных	94
§ 22. Природные источники углеводородов	97
§ 23. Переработка нефти	101
§ 24. Природный и попутный нефтяные газы, коксование каменного угля	105
§ 25. Экологические аспекты добычи, переработки углеводородов в Казахстане ..	109

КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

§ 26. Одноатомные спирты	119
§ 27. Получение, свойства и применение одноатомных спиртов	123
§ 28. Многоатомные спирты	127
§ 29. Фенолы	130
§ 30. Свойства фенола и его применение	133
§ 31. Альдегиды, кетоны	136
§ 32. Свойства, применение альдегидов и кетонов	139
§ 33. Карбоновые кислоты	142
§ 34. Свойства и применение карбоновых кислот	145
§ 35. Простые эфиры	150
§ 36. Сложные эфиры	152
§ 37. Жиры	155
§ 38. Мыла и синтетические моющие средства	159
§ 39. Углеводы. Глюкоза	163
§ 40. Дисахариды. Сахароза	167
§ 41. Крахмал	169
§ 42. Целлюлоза	172

**АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ.
ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ. НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ**

§ 43. Амины	180
§ 44. Анилин.....	183
§ 45. Аминокислоты	185
§ 46. Белки.....	189
§ 47. Гетероциклические азотсодержащие соединения.....	196
§ 48. Нуклеиновые кислоты	198

**ИСКУССТВЕННЫЕ И СИНТЕТИЧЕСКИЕ ПОЛИМЕРЫ.
ХИМИЯ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА**

§ 49. Высокомолекулярные соединения	205
§ 50. Реакция полимеризации	207
§ 51. Реакции поликонденсации. Полиамиды и полиэфиры	213
§ 52. Производство полимеров в Казахстане	216
§ 53. Понятие о витаминах и гормонах. Роль биогенных органических веществ ..	223
§ 54. Химия и жизнь.....	230
§ 55. Загрязнение атмосферы, гидросферы, литосферы.....	235
§ 56. Разрушение озонового слоя	240
§ 57. Глобальное потепление.....	243
ГЛОССАРИЙ.....	247



