

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«КОЛЛЕДЖ «КРАСНОСЕЛЬСКИЙ»**

**РАССМОТРЕНО И ПРИНЯТО**  
на заседании Педагогического Совета  
СПб ГБПОУ «Колледж «Красносельский»

Протокол № 7 от 15.06. 2023 г.

**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор СПб ГБПОУ  
«Колледж «Красносельский»  
Т.И. Софина  
2023 г.  
Приказ № 08 от 17.06. 2023 г.



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 01 СБ507400ВВВВ02FAC49F694BA10A42772  
Подпись: Софина Татьяна Николаевна  
Действителен: с 25.09.2023 до 25.12.2024

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ**

**по дисциплине**

ОДб.08 Химия

**для обучающихся по специальности**

38.02.04 Коммерция (по отраслям)

Санкт-Петербург  
2023 г.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

**ВВЕДЕНИЕ**

**1. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**2. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1**

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2**

.....

## ВВЕДЕНИЕ

Методические рекомендации предназначены для обучающихся Колледжа, изучающих учебную дисциплину Химия.

Методические рекомендации включают в себя учебную цель, перечень образовательных результатов, заявленных во ФГОС СПО, задачи, обеспеченность занятия, краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме, вопросы для закрепления теоретического материала, задания для практической работы и инструкцию по ее выполнению, методику анализа полученных результатов, порядок и образец отчета о проделанной работе.

Учебные материалы к каждому из занятий включают контрольные вопросы, задания. Пособие содержит также список рекомендуемой литературы – основной, дополнительной и справочной, которая может использоваться обучающимися не только при подготовке к практическим занятиям, но и при написании рефератов.

### 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

№ раздела, темы	Тематика практического занятия	Кол-во часов
<b>1 курс</b>		
<b>Раздел 1. Основы строения вещества</b>		
Тема 1.1.	Практическое занятие №1 Решение заданий на использование химической символики и названий соединений по номенклатуре. Практическое занятие №2 Практические задания на установление связи между строением атомов химических элементов изменением их свойств.	2
Тема 1.2.	Практическое занятие №3 Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Физический смысл Периодического закона Д.И. Менделеева.	2
<b>Раздел 2. Химические реакции</b>		
Тема 2.1.	Практическое занятие №4 Расчеты по уравнениям химических реакций с использованием массы, объема (нормальные условия) газов, количества вещества	2
Тема 2.2.	Лабораторная работа №4 “Типы химических реакций”. Исследование типов (по составу и количеству исходных и образующихся веществ) и признаков химических реакций.	2
<b>Раздел 3. Строение и свойства неорганических веществ</b>		
Тема 3.1.	Практическое занятие №5 Номенклатура неорганических веществ. Практическое занятие №6 Решение практических заданий по классификации, номенклатуре и химическим формулам неорганических веществ различных классов.	2
Тема 3.2.	Практическое занятие №7 Составление уравнений химических реакций с участием простых и сложных неорганических веществ. Практическое занятие №8 Решение практико-ориентированных теоретических заданий на свойства, состав, их применение	2
Тема 3.3.	Лабораторная работа №9 «Идентификация неорганических веществ». Решение экспериментальных задач по химическим свойствам металлов и неметаллов	2
<b>2 семестр</b>		
<b>Раздел 4. Строение и свойства органических веществ</b>		<b>1</b>

№ раздела, темы	Тематика практического занятия	Кол-во часов
Тема 4.1.	Практическое занятие №10 Номенклатура органических соединений отдельных классов. Составление полных и сокращенных структурных формул органических веществ	1
Тема 4.2.	Практическое занятие №11 Свойства органических соединений отдельных классов Задания на составление уравнений химических реакций с участием органических веществ на основании их состава и строения Практическое занятие №12 Составление схем реакций Лабораторная работа №13“Превращения органических веществ при нагревании”	6
Тема 4.3.	Лабораторная работа №14: “Идентификация органических соединений отдельных классов”	1
Раздел 5.	Кинетические и термодинамические закономерности протекания химических реакций	
Тема 5.1	Практическое занятие №15 Решение практико-ориентированных заданий на анализ факторов, влияющих на изменение скорости химической реакции	2
Профессионально-ориентированное содержание (содержание прикладного модуля)		
	Раздел 7.Химия в быту и производственной деятельности человека	
	Практическое занятие №16 Поиск и анализ кейсов о применении химических веществ и технологий с учетом будущей профессиональной деятельности по темам. Защита: Представление результатов решения кейсов в форме мини-доклада с презентацией	2
<b>Всего</b>		<b>26</b>

## 1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

ТЕМА: Строение атомов химических элементов и природа химической связи  
**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1**

Наименование занятия **Решение заданий на использование химической символики и названий соединений по номенклатуре**

Количество часов -1ч.

Цель: научиться определять вид связи вещества по его составу и свойствам.

Задачи:

1. Рассмотреть, изучить, обобщить, сформировать умение и т.п.
- 2.

Форма организации занятия: групповая (индивидуальная, пр.)

Форма отчетности по занятию: заполненный бланк ПЗ, заполненная таблица, письменные ответы на вопросы, составленная схема и т.п.

Оборудование занятия:

Раздаточный материал

### **Ход работы:**

#### **1. Прочитайте внимательно краткую теоретическую часть.**

Вам известно, что атомы могут соединяться друг с другом с образованием как простых, так и сложных веществ. При этом образуются различного типа химические связи: *ионная, ковалентная (неполярная и полярная), металлическая и водородная*. Одно из наиболее существенных свойств атомов элементов, определяющих, какая связь образуется между ними – ионная или ковалентная, - *это электроотрицательность, т.е. способность атомов в соединении притягивать к себе электроны*.

Условную количественную оценку электроотрицательности дает шкала относительных электроотрицательностей.

В периодах наблюдается общая тенденция роста электроотрицательности элементов, а в группах – их падения. Элементы по электроотрицательностям располагают в ряд, на основании которого можно сравнить электроотрицательности элементов, находящихся в разных периодах.

Тип химической связи зависит от того, насколько велика разность значений электроотрицательностей соединяющихся атомов элементов. Чем больше отличаются по электроотрицательности атомы элементов, образующих связь, тем химическая связь полярнее. В зависимости от того, к какому из предельных случаев ближе по своему характеру химическая связь, ее относят либо к ионной, либо к ковалентной полярной связи.

#### **Ионная связь.**

*Ионная связь образуется при взаимодействии атомов, которые резко отличаются друг от друга по электроотрицательности*. Например, типичные металлы литий(Li), натрий(Na), калий(K), кальций (Ca), стронций(Sr), барий(Ba) образуют ионную связь с типичными неметаллами, в основном с галогенами.

Кроме галогенидов щелочных металлов, ионная связь также образуется в таких соединениях, как щелочи и соли. Например, в гидроксиде натрия(NaOH) и сульфате натрия( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) ионные связи существуют только между атомами натрия и кислорода (остальные связи – ковалентные полярные).

### **Ковалентная неполярная связь.**

*При взаимодействии атомов с одинаковой электроотрицательностью образуются молекулы с ковалентной неполярной связью. Такая связь существует в молекулах следующих простых веществ:  $H_2$ ,  $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ . Химические связи в этих газах образованы посредством общих электронных пар, т.е. при перекрывании соответствующих электронных облаков.*

Составляя электронные формулы веществ, следует помнить, что каждая общая электронная пара – это условное изображение повышенной электронной плотности, возникающей в результате перекрывания соответствующих электронных облаков.

### **Ковалентная полярная связь.**

*При взаимодействии атомов, значение электроотрицательностей которых отличаются, но не резко, происходит смещение общей электронной пары к более электроотрицательному атому. Это наиболее распространенный тип химической связи, которой встречается как в неорганических, так и органических соединениях.*

### **Металлическая связь.**

*Связь, которая образуется в результате взаимодействия относительно свободных электронов с ионами металлов, называется металлической связью. Этот тип связи характерен для простых веществ - металлов.*

Сущность процесса образования металлической связи состоит в следующем: атомы металлов легко отдают валентные электроны и превращаются в положительные заряженные ионы. Относительно свободные электроны, оторвавшиеся от атома, перемещаются между положительными ионами металлов. Между ними возникает металлическая связь, т. е. электроны как бы цементируют положительные ионы кристаллической решетки металлов.

### **Водородная связь.**

*Связь, которая образуется между атомами водорода одной молекулы и атомом сильно электроотрицательного элемента (O, N, F) другой молекулы, называется водородной связью.*

Может возникнуть вопрос: почему именно водород образует такую специфическую химическую связь?

Это объясняется тем, что атомный радиус водорода очень мал. Кроме того, при смещении или полной отдаче своего единственного электрона водород приобретает сравнительно высокий положительный заряд, за счет которого водород одной молекулы взаимодействует с атомами электроотрицательных элементов, имеющих частичный отрицательный заряд, выходящий в состав других молекул ( $HF$ ,  $H_2O$ ,  $NH_3$ ).

Рассмотрим некоторые примеры. Обычно мы изображаем состав воды химической формулой  $H_2O$ . Однако это не совсем точно. Правильнее было бы состав воды обозначать формулой  $(H_2O)_n$ , где  $n = 2, 3, 4$  и т. д. Это объясняется тем, что отдельные молекулы воды связаны между собой посредством водородных связей.

Водородную связь принято обозначать точками. Она гораздо более слабая, чем ионная или ковалентная связь, но более сильная, чем обычное межмолекулярное взаимодействие.

Наличие водородных связей объясняет увеличения объема воды при понижении температуры. Это связано с тем, что при понижении температуры происходит укрепление молекул и поэтому уменьшается плотность их «упаковки».

## 2. Выполните самостоятельно задания.

2.1. Распределить данные вещества в таблицу. Согласно их типу химической связи.

Ионная связь	Ковалентная полярная	Ковалентная неполярная	Металлическая

MgCl<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, NaI<sub>2</sub>, HF, Al, ZnO, Fe, Br<sub>2</sub>, Ca<sub>3</sub>N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, HBr, Al<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, CuSn(сплав)

2.1.1. На ваш выбор, изобразите схему образования химической связи, выбрав соединение из каждого столбика.

2.1.2. Укажите вещества с водородной связью.

2.2. Покажите образование ионной связи между атомами Na и S. Обратите внимание на количество электронов, которое отдаст натрий и на количество электронов, которое принимает сер. После выполнения данного задания ответьте на вопросы:

Сколько атомов натрия необходимо взять для образования ионной связи между ним и серой? Почему?

Конфигурацию какого благородного газа принимает ион натрия?

Конфигурацию какого благородного газа принимает ион серы?

Объясните почему атом натрия отдает электроны? Почему атом серы принимает электроны?

2.3. В чем сущность водородной связи? Чем она отличается по механизму образования от ковалентной и ионной связей?

2.4. В какой паре атомов химическая связь имеет ярко выраженный ионный характер: K - F, O - F, F - F, P - F ?

2.5. Составьте электронные схемы строения молекул. В какой молекуле связь ковалентная полярная: Cl<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, HI, KCl?

2.6. Даны вещества: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, PCI<sub>5</sub>, Br<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, Fe, H<sub>2</sub>O. Определите тип химической связи.

2.7. Сколько общих пар возникает при образовании молекул азота?

2.8. Произведите соответствие:

Виды связи	Вещества
1.Ковалентная неполярная	А) Хлорид кальция
2.Ковалентная полярная	Б) Фтор
3.Ионная	В) Цинк
4.Металлическая	Г) Аммиак
5.Водородная	Д)Ацетилен

### 3. Напишите вывод о проделанной работе.

#### ТЕМА1.1: Строение атомов химических элементов и природа химической связи ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

Наименование занятия **Практические задания на установление связи между строением атомов химических элементов изменением их свойств.**

Количество часов -1ч.

Цель: научиться определять вид связи вещества по его составу и свойствам.

Задачи:

1. Рассмотреть, изучить, обобщить, сформировать умение и т.п.
- 2.

**Форма организации занятия:** индивидуальная

**Форма отчетности по занятию:** письменные ответы на вопросы

**Цели.** Повторить и закрепить закономерности поведения электронов в атоме, их дуализм, понятия об орбиталях и квантовых числах, характеризующих состояние электрона в атоме, закономерности распределения электронов по орбиталям и взаимосвязь их со структурой периодической системы химических элементов (ПСХЭ) Д.И.Менделеева.

**Оборудование.** Периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева, модели  $s$ -,  $p$ -,  $d$ -,  $f$ -орбиталей, таблица распределения электронов по квантовым уровням, схема порядка заполнения электронных орбиталей.

Электроны в атомах обладают различным запасом энергии и двойственной природой. Это материальные частицы с очень незначительной массой, и одновременно их представляют как электромагнитные волны с определенной частотой колебаний. Электроны находятся лишь в определенных квантовых состояниях (квант – порция энергии), соответствующих значениям энергии связи с ядром. Согласно теории М.Планка испускание электромагнитных волн не непрерывно. Атомы поглощают и испускают энергию порциями – квантами. Вся совокупность сложных движений электрона в атоме описывается четырьмя квантовыми числами: главным  $n$ , побочным  $l$ , магнитным  $m$  и спиновым  $s$ .

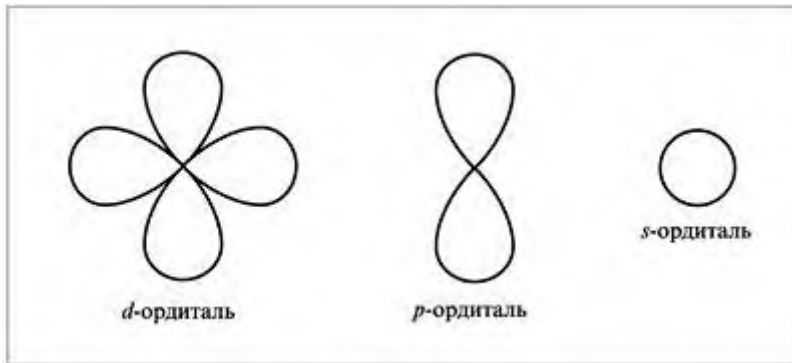
**Главное квантовое число  $n$**  определяет энергию электрона на данной орбитали и степень удаления от ядра. Значения  $n = 1, 2, 3...$  обозначают электронные слои: 1-й ( $n = 1$ ) –  $K$ , 2-й ( $n = 2$ ) –  $L$  и далее –  $M, N, O, P, Q$ .

**Побочное (орбитальное) квантовое число  $l$**  принимает значения от 0 до  $n - 1$ . Оно определяет форму атомной орбитали. При  $l = 0$ , независимо от  $n$ , – сферическая форма ( $s$ -орбиталь); при  $l = 1$  – гантелеобразная форма ( $p$ -орбиталь); при  $l = 2$  – форма розетки или сложной гантели ( $d$ -орбиталь).

**Магнитное квантовое число  $m$**  определяет положение атомной орбитали в пространстве относительно внешнего магнитного или электрического поля. Каждому значению  $l$  соответствует



$2l + 1$  значений  $m$  (от  $-l$  до  $+l$ ).  
**Спиновое квантовое число**  $s$  отражает собственный момент количества движения электрона. Оно может принимать два значения:  $+1/2$  или  $-1/2$ .



Таблица

Распределение электронов по квантовым уровням

Электронная оболочка (слой)	Главное квантовое число $n$	Побочное квантовое число $l$	Квантовое состояние электрона	Магнитное квантовое число $m$	Суммарное число орбиталей $n^2$	Максимальное число электронов на энергетических подуровнях	Максимальное число электронов на энергетических уровнях $2n^2$
<i>K</i>	1	0	<i>s</i>	0	1	2	2
<i>L</i>	2	0	<i>s</i>	0	1 } 4 3 }	2 } 6 }	8
		1	<i>p</i>	+1, 0, -1			
<i>M</i>	3	0	<i>s</i>	0	1 } 3 } 9 5 }	2 } 6 } 10 }	18
		1	<i>p</i>	+1, 0, -1			
		2	<i>d</i>	+2, +1, 0, -1, -2			
<i>N</i>	4	0	<i>s</i>	0	1 } 3 } 16 5 } 7 }	2 } 6 } 10 } 14 }	32
		1	<i>p</i>	+1, 0, -1			
		2	<i>d</i>	+2, +1, 0, -1, -2			
		3	<i>f</i>	+3, +2, +1, 0, -1, -2, -3			

Подобно любой системе, атомы стремятся к минимуму энергии. Это достигается при определенном состоянии электронов (распределение по орбиталям), которое можно оценить на основе следующих закономерностей.

**Принцип Паули.** В атоме не может быть двух электронов с одинаковыми значениями четырех квантовых чисел. На одной атомной орбитали не может быть более двух электронов с противоположными спинами.

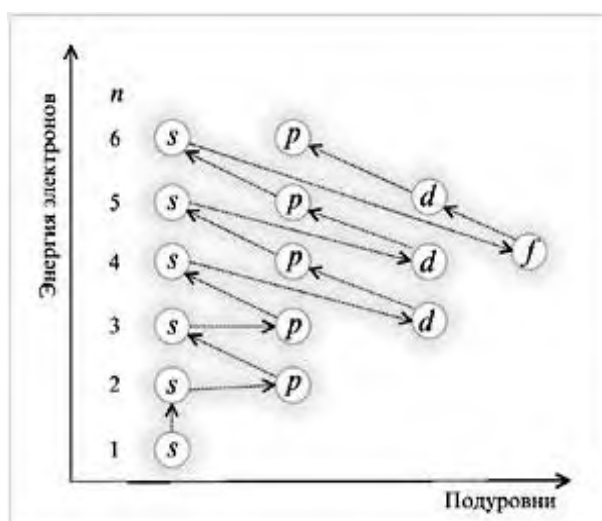
**Правило Хунда.** Электроны располагаются на одинаковых орбиталях таким образом, чтобы суммарный спин был максимальным.

**Правило Клечковского.** Порядок заполнения энергетических состояний определяется стремлением атома к минимальному значению суммы главного и побочного квантовых чисел, причем в пределах фиксированного значения  $n + l$  в первую очередь заполняются состояния, отвечающие минимальным значениям  $n$ .

Соответственно существует следующий порядок заполнения электронных орбиталей (схема).

*Схема*

### Порядок заполнения электронных орбиталей



**Пример.** Рассмотрим применение правила Клечковского для определения распределения электронов по орбиталям в атомах калия ( $Z = 19$ ) и скандия ( $Z = 21$ ).

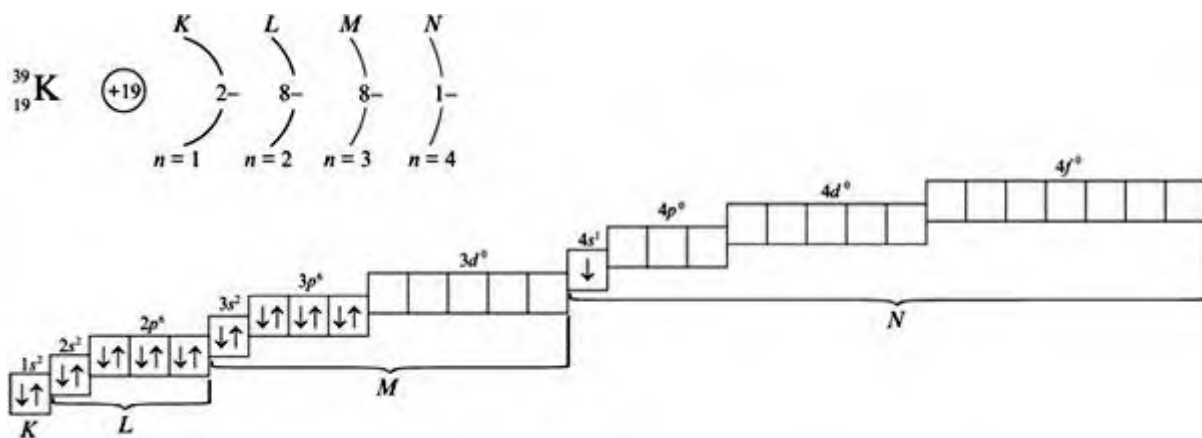
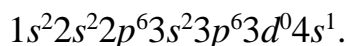
**Решение**

Предшествующий калию в ПСХЭ элемент аргон ( $Z = 18$ ) имеет распределение электронов по орбиталям:

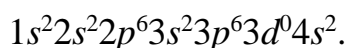
.

При распределении электронов по орбиталям в атоме К соответственно правилу Клечковского предпочтение отдается орбитали  $4s$ , т. к. сумма квантовых чисел  $n + l$  равна  $4 + 0 = 4$  (если сравнить с орбиталью  $3d$ ,

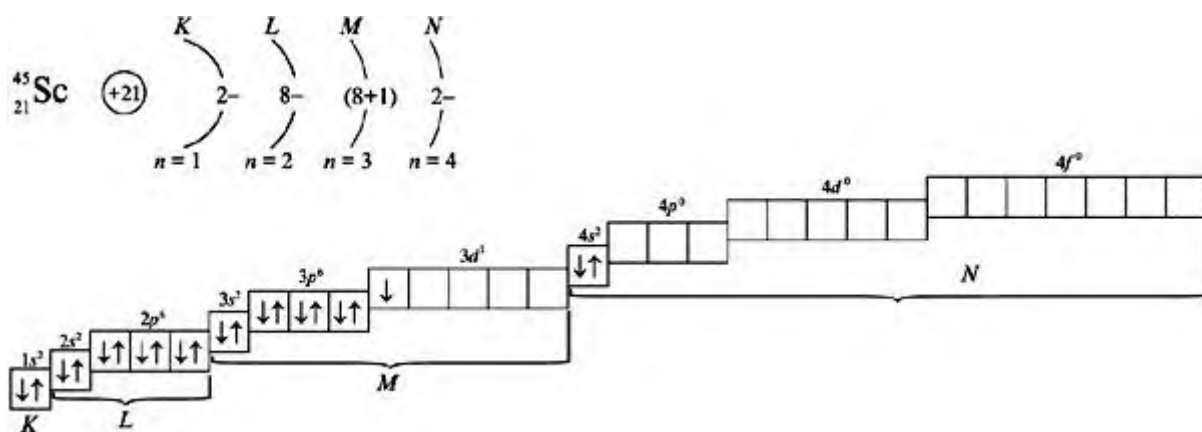
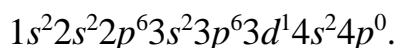
то  $n + l = 3 + 2 = 5$ ). Орбиталь  $4s$  имеет меньшее значение  $n + l$ . Поэтому электронная формула калия:



Предшествующий скандию элемент кальций ( $Z = 20$ ) имеет следующее распределение электронов по орбиталям:



Из орбиталей  $3d$  ( $n + l = 3 + 2 = 5$ ) и  $4p$  ( $n + l = 4 + 1 = 5$ ) при распределении электронов в атоме Sc отдается предпочтение орбитали  $3d$ , как имеющей минимальное значение  $n = 3$  при одинаковых суммах квантовых чисел  $n + l = 5$ . Электронная формула атома скандия:



**Задание.** На основании положения химических элементов в ПСХЭ и закономерностей распределения электронов по орбиталям рассмотрим особенности электронной структуры:

- а) атома кальция Ca;
- б) атома железа Fe.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3 Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Физический смысл Периодического закона Д.И. Менделеева.

**Цели.** Рассмотреть взаимосвязь состава и электронной структуры атомов химических элементов с их положением в ПСХЭ Д.И. Менделеева, периодичность расположения элементов и изменение электронных конфигураций их атомов, отвечающее периодичности изменения их свойств; значение периодического закона для развития науки и диалектико-материального понимания природы.

**Оборудование.** Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева, модели *s*-, *p*-, *d*-орбиталей, таблица распределения электронов по квантовым уровням, схема порядка заполнения электронных орбиталей; формулы определения числа элементов в четных и нечетных периодах ПСХЭ Д.И. Менделеева, таблица «Электронное строение атомов в основном состоянии».

### Сведения об элементарных частицах

Частица	Заряд		Масса	
	Кл	Условные единицы	г	а.е.м.
Электрон <i>e</i>	$-1,6 \cdot 10^{-19}$	-1	$9,1 \cdot 10^{-28}$	0,00055
Протон <i>p</i>	$1,6 \cdot 10^{-19}$	+1	$1,67 \cdot 10^{-24}$	1,007825
Нейтрон <i>n</i>	0	0	$1,67 \cdot 10^{-24}$	1,00866

### Сходные по составу атомы



		1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p
		Число электронов на данном уровне							
1	H	1							
2	He	2							
3	Li	2	1						
4	Be	2	2						
5	B	2	2	1					
6	C	2	2	2					
7	N	2	2	3					
8	O	2	2	4					
9	F	2	2	5					
10	Ne	2	2	6					
11	Na	2	2	6	1				
12	Mg	2	2	6	2				
13	Al	2	2	6	2	1			
14	Si	2	2	6	2	2			
15	P	2	2	6	2	3			
16	S	2	2	6	2	4			
17	Cl	2	2	6	2	5			
18	Ar	2	2	6	2	6			
19	K	2	2	6	2	6		1	
20	Ca	2	2	6	2	6		2	
21	Sc	2	2	6	2	6	1	2	

Данные о строении ядра и распределении электронов в атомах позволяют рассмотреть ПСХЭ Д.И.Менделеева с фундаментальных физических позиций. Однозначным признаком химического элемента является заряд ядра  $Z$ , определяемый числом протонов в ядре и равный порядковому номеру элемента в ПСХЭ. Относительная атомная масса – усредненное значение  $A_r$  изотопов природной смеси.

Общее число электронов в электронейтральных атомах равно числу протонов в ядре или порядковому номеру элемента. Число энергетических уровней, на которых располагаются электроны в атоме, определяется номером периода. Чем больше номер периода у элемента, тем больше энергетических уровней в его атоме.

Число элементов в периодах можно определить по следующим формулам:

◆ для нечетных периодов

$$L_n = (n + 1)^2/2,$$

где  $L_n$  – число элементов в периоде,  $n$  – номер периода;

♦ для четных периодов

$$L_n = (n + 2)^2/2.$$

**Задание 1.** Определить число химических элементов в каждом периоде ПСХЭ.

---



---



---

**Задание 2.** Определить число главных и побочных подгрупп в ПСХЭ.

**Решение**

♦ Число главных подгрупп определяется максимальным числом электронов на  $s$ - и  $p$ -подуровнях.

♦ Число переходных элементов в 4-м периоде (от  ${}_{21}\text{Sc}$  до  ${}_{30}\text{Zn}$ ), в 5-м (от  ${}_{39}\text{Y}$  до  ${}_{48}\text{Cd}$ ) и 6-м ( ${}_{57}\text{La}$  и от  ${}_{72}\text{Hf}$  до  ${}_{80}\text{Hg}$ ) периодах равно 10 в каждом случае. Число переходных элементов равно максимальному числу электронов на  $d$ -подуровне (10). Именно поэтому на 3-м ( $M$ ) уровне на 10 электронов больше, чем на 2-м ( $L$ ). Поскольку в каждом большом периоде периодической системы Д.И. Менделеева одна из побочных подгрупп содержит сразу три переходных элемента, близких по химическим свойствам:

4-й	период	–	Fe–Co–Ni,
5-й	период	–	Ru–Rh–Pd,
6-й период – Os–Ir–Pt,			

то число побочных подгрупп ... .  
(Проверить по периодической системе, сколько в ней главных и побочных подгрупп.)

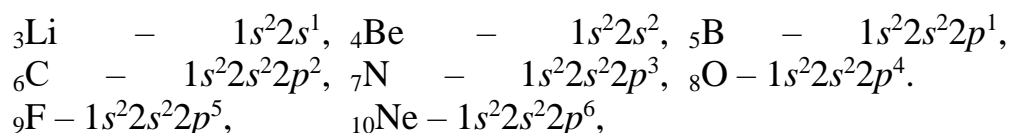
**Задание 3.** Определить (по аналогии с переходными элементами) число лантаноидов и актиноидов, вынесенных в виде самостоятельных рядов вниз периодической системы.

Оно должно быть равно разности между максимальным числом электронов на ... и ... энергетических уровнях. Это число равно максимальному числу электронов на ...-подуровне.  
(Сверить вывод с периодической системой.)

Таким образом, строгая периодичность расположения элементов в ПСХЭ полностью объясняется ...

Периодическое изменение характера заполнения электронами внешних энергетических уровней вызывает периодические изменения химических свойств элементов и их соединений.

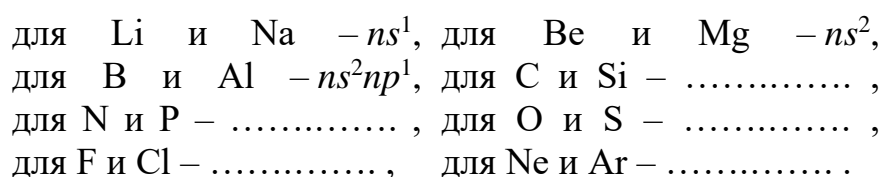
Электронные формулы элементов 2-го периода:



При переходе от Li к Ne заряд ядра ( $Z$ ) постепенно увеличивается от +3 до +10, что вызывает увеличение сил притяжения электронов к ядру. В результате радиусы атомов в этом ряду уменьшаются.

Элемент	Li	Be	B	C	N	O	F
$r$ (атома), в нм	0,156	0,111	0,083	0,065	0,055	0,047	0,042

Поэтому способность отдавать электроны, ярко выраженная у лития, постепенно ослабевает при переходе к фтору, являющемуся типичным неметаллом. Элемент фтор в реакциях присоединяет электроны. Он имеет самую высокую электроотрицательность, равную 4. Начиная со следующего за неоном элемента натрия ( $\text{Na}$ ,  $Z = 11$ ), электронные структуры атомов повторяются. Как следствие, внешние электронные орбитали можно представить в общем виде, где  $n$  – номер периода:



В 4-м периоде появляются переходные элементы, принадлежащие побочным подгруппам. Элементы одной и той же подгруппы имеют идентичный характер расположения электронов на внешних электронных уровнях, а принадлежащие к разным подгруппам одной и той же группы ...

Например, галогены (главная подгруппа VIIa) –  $ns^2 np^5$  (идентичная конфигурация), элементы побочной подгруппы VIIб –  $(n - 1)s^2(n - 1)p^6(n - 1)d^5 ns^2$  (сходная конфигурация). Сходство состоит в наличии у атомов обеих подгрупп семи валентных электронов, но их расположение по подуровням существенно отличается.



**Задание 4.** Указать и обосновать сходство и различие элементов главной и побочной подгрупп: а) V группы ПСХЭ; б) VI группы ПСХЭ; принадлежность этих элементов к s-, p-, d-, f-типам.

---

---

---

**Задание 5.** Привести конкретные примеры важнейших направлений развития химии на основе периодического закона и системы химических элементов Д.И.Менделеева.

---

---

---



## **1. «Коррозия металлов» 10 класс**

### **Кейс**

В начале XX века из Нью-Йоркского порта вышли в открытый океан красавица-яхта. Её владелец, американский миллионер, не пожалел денег, чтобы удивить свет. Корпус был сделан из очень дорогого в то время алюминия, листы которого скреплялись медными заклепками. Это было красиво-сверкающий серебристым блеском корабль, усеянный золотистыми головками заклепок! Однако через несколько дней обшивка корпуса начала расходиться, и яхта пошла быстро ко дну.

### **Задания.**

1. Что же случилось с яхтой? Предложите свой способ спасения яхты.
2. Исследуйте свою квартиру, дом и установите, где использованы антикоррозионные покрытия. Постройте классификацию антикоррозионных покрытий на основании областей их применения.
3. Найдите дополнительную информацию о коррозии и способах борьбы с ней.
4. Отчет о проделанной работе предоставить в произвольной форме.

### **Информационный материал**

#### **§13 стр. 90 – 98 10 класс**

**Коррозией** металлов называется их разрушение вследствие химического или электрохимического взаимодействия с внешней средой.

*Химической коррозией* называется процесс разрушения металлов без электрического тока, происходящий в среде сухих газов или в жидкостях, не проводящих электрический ток. Химической коррозии подвергаются поверхности корпусных конструкций при соприкосновении с перевозимыми нефтепродуктами, солью, углем и другими минералами.

Наибольшие коррозионные разрушения наблюдаются на танках, вмещающих светлые сорта нефтепродуктов — бензины, керосины и т. п., — от воздействия на металл корпуса сернистых соединений и различных кислотных остатков, входящих в их состав.

*Электрохимической коррозией* является процесс разрушения металла при соприкосновении его с жидкостями, проводящими электрический ток (электролитами). Это разрушение происходит на границе между металлом и жидкостью и вызвано электрохимической реакцией, возникающей между ними, аналогично явлению, протекающему в гальваническом элементе. Таким электролитом по своему химическому составу является морская вода. Металлический же корпус судна, представляющий собой неоднородный по структуре материал, образует большое количество микрогальванических пар,

являющихся анодами, с участков которых металл, корродируя, переходит в раствор.

В судостроении наибольшие потери металлов от корродирования происходят вследствие электрохимической коррозии, влияние на которую оказывает состав морской воды (наличие в ней солей и содержание кислорода).

Известно, что введение, например, в сталь легирующих элементов повышает ее антикоррозионную стойкость.

Рассматривая коррозионные разрушения корпуса, можно обнаружить следующую закономерность: наибольшему разрушению подвергается наружная обшивка корпуса в районах грузовой ватерлинии и действия гребных винтов, верхняя палуба у бортов, концевые поперечные переборки, палубы трюмов в районе льял, сварные швы и головки заклепок.

Методами борьбы с коррозией корпуса судна являются: выбор металла, обладающего наибольшей коррозионной стойкостью в определенных условиях эксплуатации судна; применение легированных сталей; нанесение на поверхность металла различных покрытий — гальванизация, металлизация и плакирование металлом (цинком, никелем, хромом и др.), лакокрасочные покрытия и установка электрохимической (катодной и протекторной) защиты, а также исключение контактов стальных конструкций с деталями из других сплавов, в первую очередь с цветными металлами.

Наиболее эффективным способом борьбы с коррозией судового корпуса является *электрохимический способ*, заключающийся в установке в районе предполагаемого коррозионного разрушения *протекторов* — металлических накладок из магниево-алюминиевого сплава или цинка, электрический потенциал которого ниже потенциала защищаемого металла. Этот способ основан на разнице электрических потенциалов металла (катода), подвергающегося коррозии, и протектора (анода).

Кроме коррозионного разрушения, на наружной обшивке в районе гребных винтов наблюдаются внешне схожие разрушения металла в виде скопления на поверхности углублений и язвочек. Такое разрушение называется эрозией металла.

**Эрозия** металла происходит от механического воздействия на поверхность металла быстро движущихся частиц жидкостей, песчинок твердых тел, взвесей, газовых пузырьков и т. п. Интенсивность эрозионного разрушения зависит от однородности структуры и твердости металла. Для увеличения эрозионной стойкости в металл корпуса вводят легирующие компоненты, повышающие его прочность и антикоррозионную стойкость,

производят поверхностное упрочение, закалку и проводят другие мероприятия.

Коррозия приводит к большим объемам корпусных ремонтных работ. Обрастание корпуса и коррозия требуют периодических работ для уменьшения шероховатости наружной обшивки. Химическая коррозия (окисление) характерна для незащищенных надводных стальных конструкций.

Более опасна электрохимическая коррозия, сущность которой состоит в следующем: при размещении в электролите двух элементов с разными электрическими потенциалами между ними начинает протекать электрический ток от элемента с более низким потенциалом (анода) к элементу с более высоким потенциалом (катоде). Процесс сопровождается разрушением анода. Морская вода является электролитом, стальная наружная обшивка корпуса - анодом, а ее окалина, разнородные шлаковые и газовые включения, бронзовые гребные винты, втулки дейдвудных подшипников и др. катодом.

Наиболее интенсивно распространяется электрохимическая коррозия по наружной обшивке в районе переменной ватерлинии, у кормового подзора, в местах установки донной арматуры, в районе сварных швов. Усиленно корродируют якорные цепные ящики, льяла, двойное дно, ватервейс, настилы под деревянными покрытиями и у комингсов люков, прачечные, душевые и т. п. Для защиты наружной обшивки от коррозии и обрастания применяют противообрастающие покрытия, которые можно разделить на четыре группы: обычные, долгосрочные, самовосстанавливающиеся и само полирующиеся.

Обычные покрытия типа ХВ-53 работоспособны в течение 12-14 мес, долгосрочные - 16-24 мес, самовосстанавливающиеся - 2,5-5 лет, само полирующиеся покрытия (СПК), основанные на медленно растворяющихся в воде органических акриловых сополимерах (выделяющих при этом токсичные вещества) и образующие пленку повышенной гладкости, до 30 мес. К само полирующимся относится покрытие "Хидрон", которое набухает, поглощая до 70-80 % воды от своей массы, и сглаживает поверхность.

В последние годы разработано много устройств ультразвуковой защиты от обрастания, заставляющих обшивку корпуса слабо вибрировать, что не позволяет морским организмам и водорослям прикрепляться к ее поверхности. Для уменьшения коррозии цистерн в балластную воду и некоторые нефтепродукты добавляют специальные ингибиторы (замедлители), отдельные конструкции и узлы, трубопроводы выполняют из нержавеющей стали, поверхности определенных деталей оксидируют для

образования прочной и плотной пленки окислов (обычно применяют фосфатирование).

При протекторной защите к наружной обшивке корпуса на приварных шпильках крепят изготовленные из сплавов на алюминиевой основе протекторы, являющиеся по отношению к обшивке анодом. Радиус действия протекторов ограничен. Более эффективна катодная защита, при которой в определенных районах наружной обшивки на изолированном стеклопластиком участке крепят железокремниевые или платинотитановые экраны.

Положительный полюс судового источника постоянного тока подводят к экрану (анод), отрицательный - к корпусу судна (катод). Защиту многих деталей, трубопроводов от коррозии обеспечивают цинкованием, хромированием и т. п. В последнее время получила распространение профилактическая и преддоковая очистка корпусов судов под водой. В первом случае удаляется только обрастание, а во втором - вместе с обрастанием снимается и старая краска.

Сущность очистки с помощью механического очистного органа заключается в воздействии на очищаемую поверхность пучков стальных проволок, шарошек, пластинок, скребков, ударников, которые подвергают наслоения удару, срезанию, царапанию, рыхлению и частичному заглаживанию. Наиболее распространенными средствами механизации очистки на отечественных заводах являются агрегаты с механическим рабочим органом в виде щеточных и шарошечных барабанов.

Создание эффективных и надежных дробеструйных и дробеметных агрегатов с замкнутым циклом регенерации дроби требует серьезной конструкторско-технологической проработки. Получил распространение гидродинамический способ, использующий подаваемую под давлением воду в качестве средства очистки и повышающий качество очистки. Эффективность очистки повышается за счет совместного использования динамического и кавитационного воздействия высоконапорной затопленной струи воды на обрабатываемую поверхность. При истечении высоконапорной затопленной (при подводной очистке) струи из насадки со скоростью 32 м/с и более при давлении 0,6 МПа и более образуется кавитационная зона, заполненная выделившимися из жидкости в процессе ее расширения газами и парами.

### **Практическое использование ряда напряжений**

Ряд напряжений используется на практике для сравнительной оценки химической активности металлов в реакциях с водными растворами солей и кислот и для оценки катодных и анодных процессов при электролизе:

- Металлы, стоящие левее, являются более сильными восстановителями, чем металлы, расположенные правее: они вытесняют последние из растворов солей. Например, взаимодействие  $Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$  возможно только в прямом направлении.
- Металлы, стоящие в ряду левее водорода, вытесняют водород при взаимодействии с водными растворами кислот - неокислителей; наиболее активные металлы (до алюминия включительно) — и при взаимодействии с водой.
- Металлы, стоящие в ряду правее водорода, с водными растворами кислот - неокислителей при обычных условиях не взаимодействуют.
- При электролизе металлы, стоящие правее водорода, выделяются на катоде; восстановление металлов умеренной активности сопровождается выделением водорода; наиболее активные металлы (до алюминия) невозможно при обычных условиях выделить из водных растворов солей.

#### **Электрохимический ряд активности металлов**

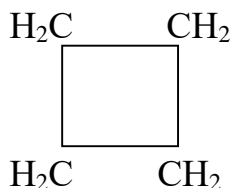
Eu, Sm, Li, Cs, Rb, K, Ra, Ba, Sr, Ca, Na, Ac, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Gd, Tb, Mg, Y, Dy, Am, Ho, Er, Tm, Lu, Sc, Pu, Th, Np, U, Hf, Be, Al, Ti, Zr, Yb, Mn, V, Nb, Pa, Cr, Zn, Ga, Fe, Cd, In, Tl, Co, Ni, Te, Mo, Sn, Pb, H<sub>2</sub>, W, Sb, Bi, Ge, Re, Cu, Tc, Te, Rh, Po, Hg, Ag, Pd, Os, Ir, Pt, Au

Элементы расположены в порядке возрастания стандартного электродного потенциала.

## 2. «Изомеры. Гомологи» 10 класс

### Кейс

На уроке химии троечник Вася сказал, что гомологами называют вещества, различающиеся по своему составу на группу  $\text{CH}_2$ . Однако отличница Катя сказала, что такое возможно не всегда и Вася дал неправильное определение. В качестве доказательства Вася привел формул двух соединений:  $\text{C}_4\text{H}_8$  и  $\text{C}_5\text{H}_{10}$ . Однако Катя сказала, что данные вещества не могут быть гомологами и в качестве доказательства привела их структурные формулы:



и



### Задания:

1. Уточните данное Васей определение.
2. Дайте определение, что такое изомер, приведите примеры веществ – изомеров и их названия.
3. Виды изомерии.
4. Приведите структурные формулы трех изомерных соединений А, В и С, отличающихся от соединения X на группу  $\text{CH}_2$ , но не являющихся его гомологами.

### Информационный материал:

§16,17 стр. 113-126

10 класс

ГОМОЛОГИЧЕСКИЙ РЯД АЛКАНОВ					
формула и название алкана	число изомеров	агрегатное состояние	т. пл., °С	т. кип., °С	
$\text{C}_1\text{H}_4$ МЕТАН	—	газы	-182	-164	
$\text{C}_2\text{H}_6$ ЭТАН	—		-183	-89	
$\text{C}_3\text{H}_8$ ПРОПАН	—		-190	-42	
$\text{C}_4\text{H}_{10}$ БУТАН	2		-138	-1	
$\text{C}_5\text{H}_{12}$ ПЕНТАН	3	жидкости	-130	36	
$\text{C}_6\text{H}_{14}$ ГЕКСАН	5		95	69	
$\text{C}_7\text{H}_{16}$ ГЕПТАН	9		-91	98	
$\text{C}_8\text{H}_{18}$ ОКТАН	18		-57	126	
$\text{C}_9\text{H}_{20}$ НОНАН	35		-51	151	
$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ ДЕКАН	75		-30	174	
$\text{C}_{11}\text{H}_{24}$ УНДЕКАН	159		-26	196	
$\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ ДОДЕКАН	355		-10	216	
$\text{C}_{13}\text{H}_{28}$ ТРИДЕКАН	802		-6	235	
$\text{C}_{14}\text{H}_{30}$ ТЕТРАДЕКАН	1 858		6	254	
$\text{C}_{15}\text{H}_{32}$ ПЕНТАДЕКАН	4 347	10	271		
$\text{C}_{20}\text{H}_{42}$ ЭИКОЗАН	366 319	твердые вещества	37	343	
$\text{C}_{30}\text{H}_{62}$ ТРИАКОНТАН	4 111 846 763		86	450	
$\text{C}_{40}\text{H}_{82}$ ТЕТРАКОНТАН	$\sim 10^{11}$		80	—	
$\text{C}_{50}\text{H}_{102}$ ПЕНТАКОНТАН	$\sim 10^{11}$		93	—	
$\text{C}_{60}\text{H}_{122}$ ГЕКСАН	$\sim 10^{20}$		115	—	

**Гомологи** - вещества, принадлежащие к одному классу, сходные по составу, строению и свойствам, но различающиеся на одну или несколько групп  $\text{CH}_2$  (группу  $\text{CH}_2$  называют гомологической разностью).

**Гомологическим рядом** называется ряд веществ, расположенных в порядке возрастания их молекулярных масс, сходных по строению и химическим свойствам, где каждый член отличается от предыдущего на группу  $\text{CH}_2$ .

**Изомеры** – это вещества, имеющие одинаковый состав и молекулярную массу, но разные физические и химические

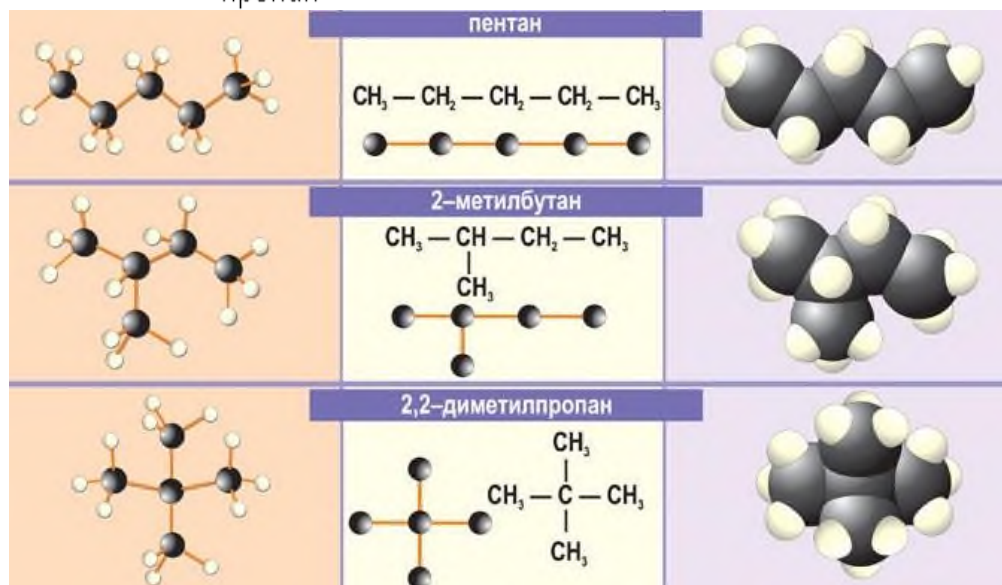
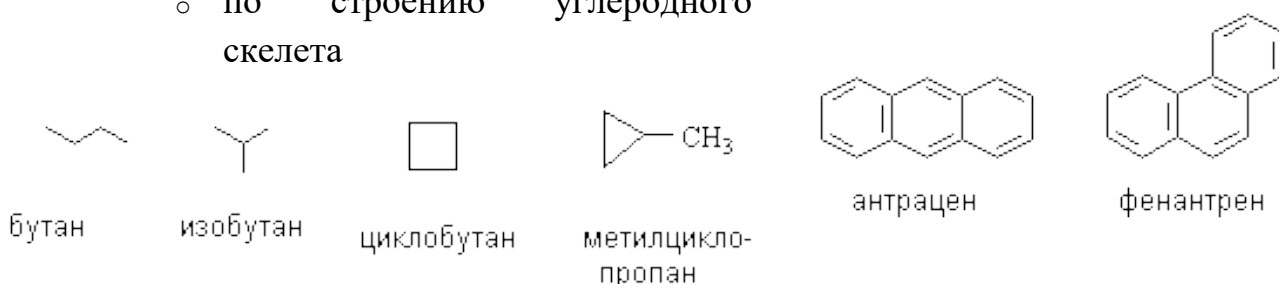
свойства. Различия в свойствах изомеров обусловлены различиями в их химическом или пространственном строении.



Под *химическим строением* понимают природу и последовательность связей между атомами в молекуле. Изомеры, молекулы которых отличаются по химическому строению, называют **структурными изомерами**.

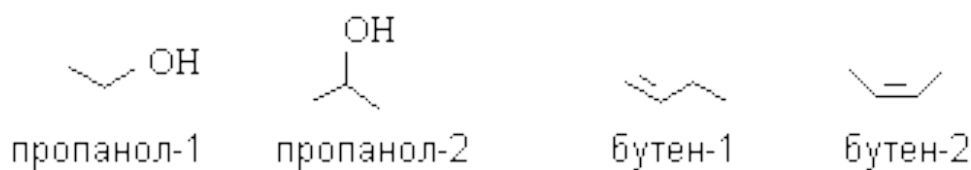
**Структурные изомеры** могут отличаться:

- по строению углеродного скелета

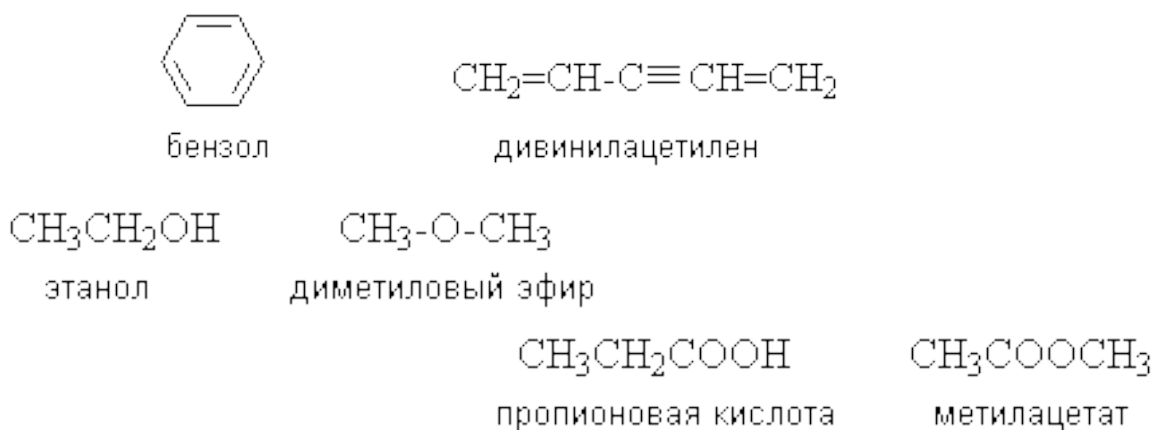




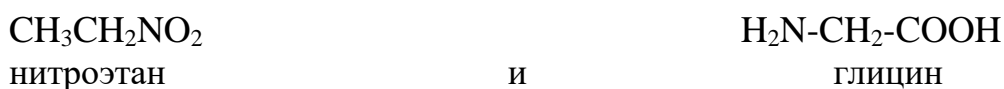
- по положению кратных связей и функциональных групп



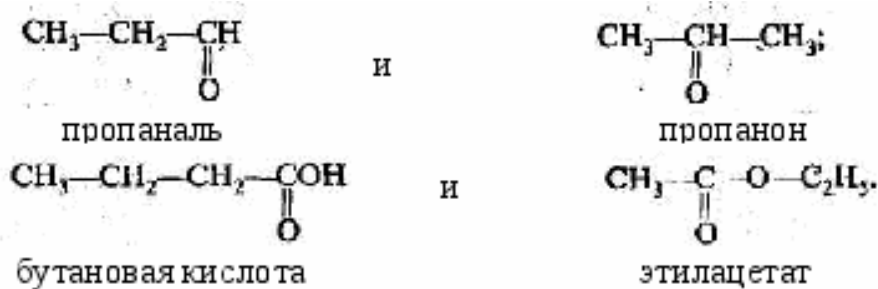
- по типу функциональных групп



**Межклассовая изомерия** (когда одной и той же формуле  $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_2\text{N}$  соответствуют вещества, принадлежащие к различным классам), например:



Другими примерами могут служить:



**Изомерия положения**, заключающаяся в различном расположении:

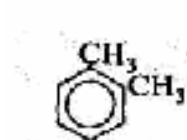
1. кратной связи



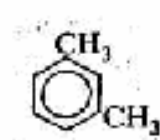
2. функциональной группы:



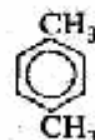
### 3. радикалов-заместителей в цикле:



орто -



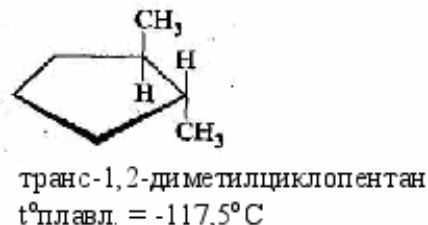
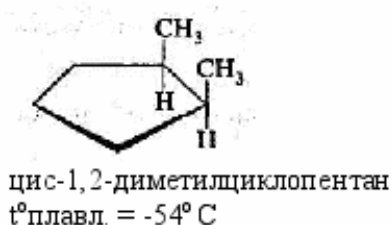
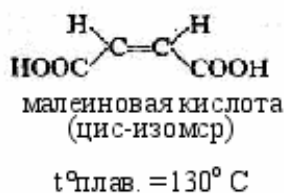
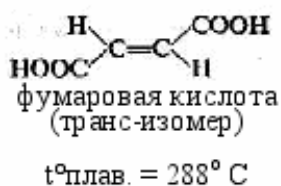
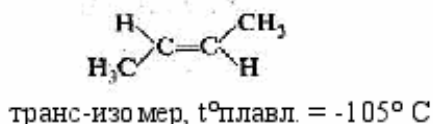
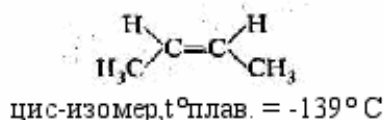
мета-



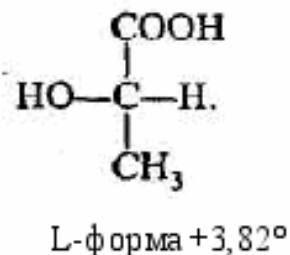
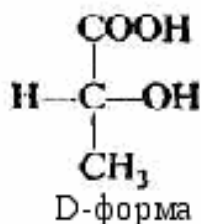
пара-диметилбензол

### **Пространственная или стереоизомерия**

*Геометрическая изомерия*, характерная для соединений, содержащих двойную связь или замкнутый цикл из атомов углерода. В таких молекулах можно провести условную плоскость по  $\sigma$ -связям таким образом, что заместители, расположенные у разных атомов углерода, могут оказаться как по одну (цис-изомер), так и по разные стороны от этой плоскости (транс-изомер):



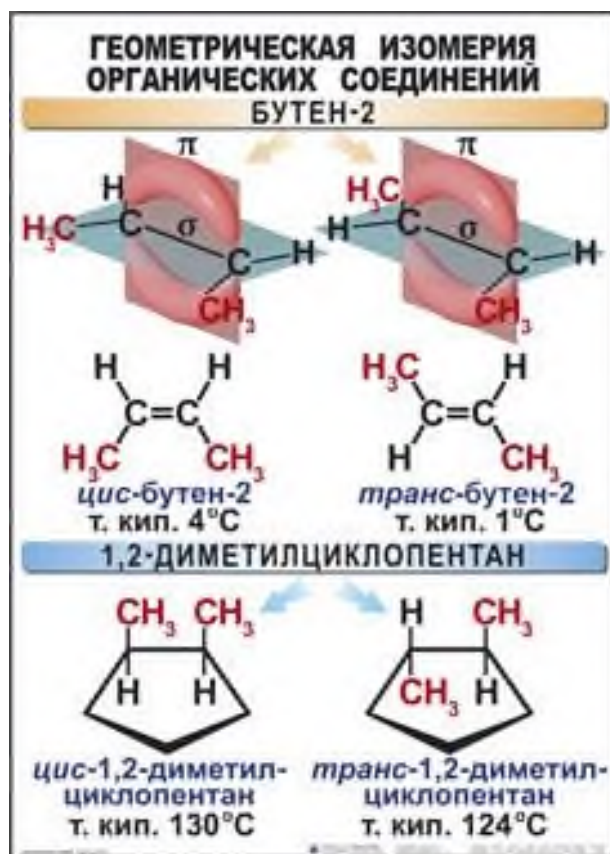
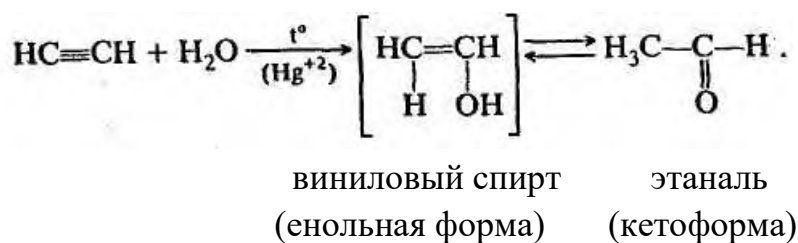
*Оптическая изомерия*, в которой изомеры имеют совершенно одинаковые физические и химические свойства, поворачивают плоскость поляризации света на равный угол, но (!) в противоположных направлениях. Так, например, 2-оксипропановая (молочная) кислота имеет два изомера:



Удельное вращение  $-3,82^{\circ}$

Такие изомеры являются зеркальным отражением друг друга и при вращении молекулы не могут быть совмещены. Необходимо обратить внимание на то, что центральный атом углерода в этих молекулах окружен четырьмя разными заместителями. Такой атом углерода называется *асимметрическим*, и наличие его в молекуле является непременным признаком того, что для этой молекулы существует оптический изомер

И, наконец, еще один вид изомерии, который можно назвать *динамической изомерией*, — *таутомерия*. В этом случае вещества при установившемся равновесии представляют собой смеси двух (или более) взаимопревращающихся изомеров — таутомеров. Наиболее известным примером является кето-енольная таутомерия в реакции Кучерова (гидратация ацетилен):



### 3. «Структурная теория органических соединений. Основные классы органических соединений» 10 класс

#### **Кейс**

Эти два профессора возглавляли кафедры неорганической и органической химии в Петербургском университете. Другими они не были. Первое их столкновение произошло из-за увлечения спиритизмом. Один активно пропагандировал спиритизм, чем и вызвал возмущение другого.

В 1870-1880 гг. заведующий кафедрой неорганической химии выступил против теории химического строения, разработанной его коллегой. Особенно резко он сформулировал свое отношение к этой теории в третьем издании учебника "Основы химии": «Понятия структуристов не могут быть сочтены за истинные». В результате студенты Петербургского университета слушали курс неорганической химии, где отрицалась теория химического строения, а затем слушали курс органической химии, где утверждалась полезность этой теории.

#### **Задания:**

1. Кто были эти ученые – заведующие кафедрами Петербургского университета?
2. Назовите основные положения структурной теории органических соединений.
3. Приведите примеры, доказывающие правильность теории строения органических веществ.
4. Назовите основные классы органических соединений, их функциональные группы, представителей.
5. Заполните таблицу:

Класс соединений	Признак класса, функциональная группа	Общая формула класса	Пример соединений
Алканы			
Циклоалканы			
Алкены			
Алкины			
Алкадиены			
Арены			
Спирты			
Простые эфиры			
Кетоны			
Альдегиды			
Карбоновые кислоты			
Сложные эфиры			

#### **Информационный материал**

§ 16 – 17 стр. 113 – 126 10 класс

<http://ru.wikipedia.org/>

Дми́трий Ива́нович Менделеев (1834, Тобольск —1907, Санкт-Петербург) — русский ученый, профессор Санкт-Петербургского университета; член-корреспондент по разряду «физический» Императорской Санкт-Петербургской Академии наук. Среди наиболее известных открытий — периодический закон химических элементов.



Биография:

- **1841** — поступил в тобольскую гимназию; **1855** — окончил физико-математический факультет Главного педагогического института в Санкт-Петербурге; **1855** — старший учитель Симферопольской мужской гимназии; **1855—1856** — старший учитель гимназии в Одессе; **1856** — блестяще защитил диссертацию, присвоена учёная степень магистра химии; **1857** — 9 января утверждён в звании приват-доцента Императорского Санкт-Петербургского университета по кафедре химии; **1857—1890** — преподавал в Императорском Санкт-Петербургском университете (с 1865 года — профессор химической технологии, с **1867** — профессор общей химии) — во 2-м кадетском корпусе читает лекции по химии; одновременно в **1863—1872** годах — профессор Санкт-Петербургского технологического института, в **1863—1872** годах руководил химической лабораторией института; **1859—1861** — находился в научной командировке в Гейдельберге.

Алекса́ндр Миха́йлович Бу́тлеров (1828, Чистополь — 1886, деревня Бутлеровка) — русский химик, создатель теории химического строения органических веществ, родоначальник «бутлеровской школы» русских химиков, ректор Императорского Казанского университета в 1860—1863 годах.



Биография:

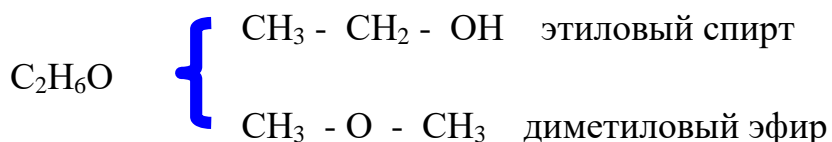
- 1844—1849 гг. студент Казанского университета «разряда естественных наук»; 1849 - преподаватель, с 1854 экстраординарный, а с 1857 ординарный профессор химии в том же университете. В 1860—1863 был дважды его ректором; 1868—1885 ординарный профессор химии Петербургского университета. В 1885 году вышел в отставку, но продолжал читать в университете специальные курсы лекций. В 1870 был избран адъюнктом, в 1871 — экстраординарным, а в 1874 — ординарным академиком Петербургской АН; 1878—1882

преемник Н. Н. Зинина на посту председателя Отделения химии Русского химического общества.

**Теория химического строения органических веществ была сформулирована А. М. Бутлеровым в 1861 году.**

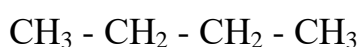
**У этой теории четыре положения:**

- Атомы в молекуле соединены в определённой последовательности в соответствии с их валентностью. Эта последовательность  
н  
а  
з  
ы
- Свойства веществ определяются не только их качественным и количественным составом, но и порядком соединения атомов в молекуле, т.е. химическим строением вещества. Различное строение при одном и том же составе и относительной молекулярной массе вещества обуславливает явление изомерии. Вещества, имеющие один и тот же состав, но разное строение, называются изомерами.
- Свойства органических соединений зависят от взаимного влияния атомов и групп атомов в молекуле друг на друга. Наибольшее влияние оказывают атомы, непосредственно связанные друг с другом. Влияние атомов или групп атомов, не связанных непосредственно, ослабевает по мере их удаления друг от друга.
- Зная строение вещества, можно предположить его свойства. И наоборот, зная свойства вещества, можно предположить его строение.



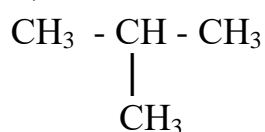
**Основные положения современной теории строения**

1. Свойства веществ зависят не только от их химического строения, но также и от их электронного и пространственного строения;
2. Вещества, которые имеют один и тот же качественный и количественный составы, но отличаются по своему строению и свойствам, называются изомерами, а явление существования таких веществ носит название изомерии;



ИЗОБУТАН ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ )

( $t_{\text{кип.}} = -11,7 \text{ C}$ )



( $t_{\text{кип.}} = -0,5 \text{ C}$ )

атомы способны соединяться друг с другом, образуя различные цепи. Порядок соединения атомов в молекулах может быть отображен при помощи структурных формул.

Объективными предпосылками ее появления явились: а) Введение в химию понятий о валентности и особенно, о четырехвалентности атома углерода, б) Введение понятия об углерод-углеродной связи. в) Выработка правильного представления об атомах и молекулах.

А.М. Бутлеров утверждал, что каждому веществу соответствует одна химическая формула: она характеризует все химические свойства вещества, реально отражает порядок химической связи атомов в молекулах. В последующие годы А.М. Бутлеров и его ученики осуществили ряд экспериментальных работ с целью проверки правильности предсказаний, сделанных на основе теории химического строения. Так, были синтезированы изобутан, изобутилен, изомеры пентана, ряд спиртов и др. По значимости для науки эти работы можно сравнить с открытием предсказанных Д.И. Менделеевым элементов (экабор, экасилиций, экаалюминий).

Бутлеров говорил:

«Способность атомов соединяться друг с другом различна. Особенно интересен в этом отношении углерод, который, по мнению Августа Кекуле, является четырехвалентным. Если представить валентность в виде щупальцев, с помощью которых атомы связываются между собой, нельзя не заметить, что способ связи отражается на свойствах соответствующих соединений. Может быть, настало время, когда наши исследования должны стать основой новой теории химического строения веществ. Эта теория будет отличаться точностью математических законов и позволит предвидеть свойства органических соединений».

## Основные классы органических соединений



Органические соединения классифицируют по двум основным признакам: строению углеродного скелета и функциональным группам.

По строению углеродного скелета различают ациклические, карбоциклические и гетероциклические соединения.

*Ациклические соединения* – содержат открытую цепь атомов углерода.

*Карбоциклические соединения* – содержат замкнутую цепь углеродных атомов и подразделяются на алициклические и ароматические. К *алициклическим* относятся все карбоциклические соединения, кроме ароматических. *Ароматические* соединения содержат циклогексатриеновый фрагмент (бензольное ядро).

*Гетероциклические соединения* - содержат циклы, включающие наряду с атомами углерода один или несколько гетероатомов.

По природе функциональных групп органические соединения делят на *классы*.

**Таблица 1. Основные классы органических соединений.**

Функциональная группа	Класс соединений	Общая формула
Отсутствует	Углеводороды	R-H
Галоген -F, -Cl, -Br, -I (-Hal)	Галогенпроизводные	R-Hal
Гидроксильная -OH	Спирты и фенолы	R-OH Ar-OH
Алкоксильная -OR	Простые эфиры	R-O-R
Амино -NH <sub>2</sub> , >NH, >N-	Амины	RNH <sub>2</sub> , R <sub>2</sub> NH, R <sub>3</sub> N
Нитро -NO <sub>2</sub>	Нитросоединения	RNO <sub>2</sub>
Карбонильная	Альдегиды и кетоны	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagup \\ \text{H} \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{R} \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagup \\ \text{R} \end{array}$
Карбоксильная $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{-C} \\ \diagup \\ \text{OH} \end{array}$	Карбоновые кислоты	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R-C} \\ \diagup \\ \text{OH} \end{array}$
Алкоксикарбонильная $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{-C} \\ \diagup \\ \text{OR} \end{array}$	Сложные эфиры	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R-C} \\ \diagup \\ \text{OR} \end{array}$



# КЛАССИФИКАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ПО УГЛЕРОДНОМУ СКЕЛЕТУ

## ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ



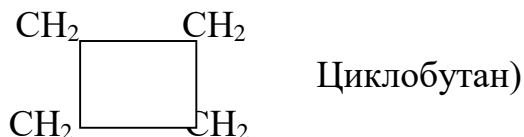
## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ГРУППЫ И КЛАССЫ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ГРУППА	КЛАССЫ СОЕДИНЕНИЙ	ОБЩАЯ ФОРМУЛА	ПРИМЕРЫ
-OH гидроксильная	спирты	R-OH	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ этиловый спирт $\text{HC}\equiv\text{C-CH}_2\text{-OH}$ пропаргиловый спирт
	фенолы	R-C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> -OH	 фенол  орто-крезол
C=O карбонильная	альдегиды	R-C(=O)H	$\text{CH}_3\text{-C(=O)H}$ уксусный альдегид $\text{H}_2\text{C=CH-C(=O)H}$ акролеин
	кетоны	R <sub>1</sub> -C(=O)-R <sub>2</sub>	$\text{H}_3\text{C-C(=O)-CH}_3$ ацетон  ацетофенон

Основные классы углеводородов

**Алканы** – предельные углеводороды, атомы которых связаны только одинарными связями. Общее строение, которых можно выразить формулой  $C_nH_{2n+2}$ . (пропан  $CH_3-CH_2-CH_3$ )

**Циклоалканы** – предельные углеводороды, атомы которых, как и у алканов связаны одинарными связями. Общая формула циклоалканов  $C_nH_{2n}$ .



**Алкены** – непредельные углеводороды, содержащие кроме одинарных, одну двойную связь. Общая формула алкенов  $C_nH_{2n}$ . (бутен-1  $CH_2=CH-CH_2-CH_3$ )

**Алкадиены** - это непредельные углеводороды, имеющие в своей молекуле две двойные углерод - углеродные связи. Алкадиены имеют общую формулу  $C_nH_{2n-2}$ . (бутадиен-1,3  $CH_2=CH-CH=CH_2$ )

**Алкины** – непредельные углеводороды, молекулы которых содержат одну тройную углерод-углеродную связь. Алкины имеют общую формулу  $C_nH_{2n-2}$ . (пропин  $CH\equiv C-CH_3$ )

Общие формулы гомологических рядов		
Гомологический ряд	Общая формула	Молярная масса
Алканы	$C_nH_{2n+2}$	$14n+2$
Алкены	$C_nH_{2n}$	$14n$
Алкины	$C_nH_{2n-2}$	$14n-2$
Алкадиены	$C_nH_{2n-2}$	$14n-2$
Циклоалканы	$C_nH_{2n}$	$14n$
Арены	$C_nH_{2n-6}$	$14n-6$
Моногалогеналканы	$C_nH_{2n+1}X$	$14n+1+M(X)$
Дигалогеналканы	$C_nH_{2n+2}X_2$	$14n+2+M(X)$
Предельные одноатомные спирты	$C_nH_{2n+1}OH$ $C_nH_{2n+2}O$	или $14n+18$
Альдегиды	$C_nH_{2n+1}COH$ $C_nH_{2n}O$	или $14n+30$
Предельные одноосновные карбоновые кислоты	$C_nH_{2n+1}COOH$ $C_nH_{2n}O_2$	или $14n+46$
Простые эфиры	$C_nH_{2n+2}O$	$14n+18$
Первичные амины	$C_nH_{2n+1}NH_2$ $C_nH_{2n+3}N$	или $14n+17$
Аминокислоты	$(NH_2)C_nH_{2n}COOH$	$14n+61$
Трехатомный спирт	$C_nH_{2n-1}(OH)_3$	$14n+50$
Сложные эфиры	$C_nH_{2n}O_2$	$14n+32$

**11 класс**

#### 4. «Сложные эфиры» 11 класс

##### Кейс



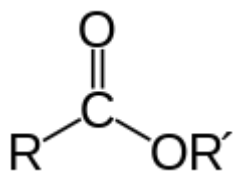
Исследование газопылевого облака **Стрелец В<sub>2</sub>** в центре **Млечного пути** привело к неожиданным результатам! Выяснилось, что оно состоит из интереснейших компонентов! Кроме любимого народом **этилового спирта** и любимого хозяйками **уксусной кислоты**, в облаке нашёлся ещё и **этилформиат**, который отвечает за характерный вкус **малины** и за запах **рома**. Справедливости ради надо сказать, что вкус **малины** формируется не только **этилформиатом**, но и другими веществами, но **этиловый спирт** с растворённым в нём **этилформиатом** ну очень смахивает на ром! Месторождения **рома**, увы, не получится исследовать - **Стрелец В<sub>2</sub>** удалён от нас на 26 тысяч световых лет...

##### Задания:

1. Напишите формулу этилформиата.
2. К какому классу соединений относится данное вещество?
3. Перечислите основные химические свойства данного класса соединений, способы получения.
4. Применение веществ данного класса.
5. Какие еще запахи и вкусы «присутствуют» у веществ данного класса соединений?

##### Информационный материал:

§8 стр. 35 – 38 11 класс

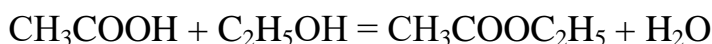


**Сложные эфиры** — производные оксокислот, формально являющиеся продуктами замещения атомов водорода гидроксильных —ОН кислотной функции на углеводородный остаток (алифатический, алкенильный, ароматический или гетероароматический). Отличаются от простых эфиров, в которых два углеводородных радикала соединены атомом кислорода (R<sub>1</sub>—O—R<sub>2</sub>).

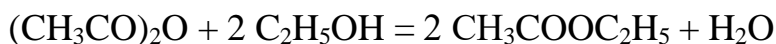
##### Синтез

Основные методы получения сложных эфиров:

- **Этерификация** — взаимодействие кислот и спиртов в условиях кислотного катализа, например получение этилацетата из уксусной кислоты и этилового спирта:



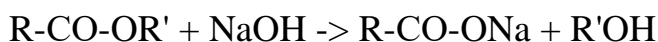
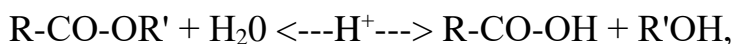
- взаимодействие ангидридов или галогенангидридов карбоновых кислот со спиртами, например получение этилацетата из уксусного ангидрида и этилового спирта:



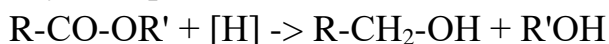
### ***Свойства и реакционная способность***

Сложные эфиры низших карбоновых кислот и простейших одноатомных спиртов — летучие бесцветные жидкости с характерным, зачастую фруктовым запахом. Сложные эфиры высших карбоновых кислот — бесцветные твердые вещества, температура плавления зависит как от длин углеродных цепей ацильного и спиртового остатков, так и от их структуры.

1. Гидролиз сложных эфиров - важная реакция этой группы веществ. Гидролиз под действием воды - обратимая реакция. Для смещения равновесия вправо используются щелочи:



2. Восстановление сложных эфиров водородом приводит к образованию двух спиртов:



3. Под действием аммиака сложные эфиры превращаются в амиды кислот:  $\text{R-CO-OR}' + \text{H-NH}_2 \rightarrow \text{R-CO-NH}_2 + \text{R}'\text{OH}$ .

### ***Применение***

Сложные эфиры широко используются в качестве растворителей, пластификаторов, ароматизаторов.

#### **Эфиры муравьиной кислоты**

- $\text{HCOOCH}_3$  — **метилформиат**,  $t_{\text{кип}} = 32 \text{ }^\circ\text{C}$ ; растворитель жиров, минеральных и растительных масел, целлюлозы, жирных кислот; ацилирующий агент; используют в производстве некоторых уретанов, формамида.
- $\text{HCOOC}_2\text{H}_5$  — **этилформиат**,  $t_{\text{кип}} = 53 \text{ }^\circ\text{C}$ ; растворитель нитрата и ацетата целлюлозы; ацилирующий агент; отдушка для мыла, его добавляют к некоторым сортам рома, чтобы придать ему характерный аромат; применяют в производстве витаминов В1, А, Е.

- $\text{HCOOCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$  — **изобутилформиат** несколько напоминает запах ягод малины.



- $\text{HCOOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$  — **изоамилформиат (изопентилформиат)** растворитель смол и нитроцеллюлозы.



- $\text{HCOOCH}_2\text{C}_6\text{H}_5$  — **бензилформиат**,  $t_{\text{кип}} = 202\text{ }^\circ\text{C}$ ; имеет запах жасмина; используется как растворитель лаков и красителей.



- $\text{HCOOCH}_2\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$  — **2-фенилэтилформиат** имеет запах хризантем.

### Эфиры уксусной кислоты

- $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$  — **метилацетат**,  $t_{\text{кип}} = 58\text{ }^\circ\text{C}$ ; по растворяющей способности аналогичен ацетону и применяется в ряде случаев как его заменитель, однако он обладает большей токсичностью, чем ацетон.
- $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$  — **этилацетат**,  $t_{\text{кип}} = 78\text{ }^\circ\text{C}$ ; подобно ацетону растворяет большинство полимеров. По сравнению с ацетоном его преимущество в более высокой температуре кипения (меньшей летучести).
- $\text{CH}_3\text{COOC}_3\text{H}_7$  — ***n*-пропилацетат**,  $t_{\text{кип}} = 102\text{ }^\circ\text{C}$ ; по растворяющей способности подобен этилацетату.
- $\text{CH}_3\text{COOCH}(\text{CH}_3)_2$  — **изопропилацетат**,  $t_{\text{кип}} = 88\text{ }^\circ\text{C}$ ; по растворяющим свойствам занимает промежуточное положение между этил- и пропилацетатом.



- $\text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11}$  — ***n*-амилацетат (n-пентилацетат)**,  $t_{\text{кип}} = 148\text{ }^\circ\text{C}$ ; напоминает по запаху грушу, применяется как растворитель для лаков, поскольку он испаряется медленнее, чем этилацетат.

- $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$  — **изоамилацетат (изопентилацетат)**, используется как компонент грушевой и банановой эссенций.



- $\text{CH}_3\text{COOC}_8\text{H}_{17}$  — ***n*-октилацетат** имеет запах апельсинов.

### Эфиры масляной кислоты

- $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOCH}_3$  — **метилбутират**,  $t_{\text{кип}} = 102,5\text{ }^\circ\text{C}$ ; по запаху напоминает ранет.



- $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOC}_2\text{H}_5$  — **этилбутират**,  $t_{\text{кип}} = 121,5\text{ }^\circ\text{C}$ ; имеет характерный запах ананасов.

- $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOC}_4\text{H}_9$  — **бутилбутират**,  $t_{\text{кип}} = 166,4\text{ }^\circ\text{C}$ ;

- $C_3H_7COOC_5H_{11}$  — *n*-амилбутират (*n*-пентилбутират) и  $C_3H_7COOCH_2CH_2CH(CH_3)_2$  — изоамилбутират (изопентилбутират) имеют запах груш, а также служат растворителями в лаках для ногтей.

#### Эфиры изовалериановой кислоты



- $(CH_3)_2CHCH_2COOCH_2CH_2CH(CH_3)_2$  изоамилизовалерат (изопентилизовалерат) имеет запах яблока.

#### Применение в медицине

В конце XIX — начале XX века, когда органический синтез делал свои первые шаги, было синтезировано и испытано фармакологами множество сложных эфиров. Они стали основой таких лекарственных средств, как салол, валидол и др. Как местнораздражающее и обезболивающее средство широко использовался метилсалицилат, в настоящее время практически вытесненный более эффективными средствами.

<b>НЕКОТОРЫЕ СЛОЖНЫЕ ЭФИРЫ</b> , обладающие фруктовым или цветочным ароматом (фрагменты исходных спиртов в формуле соединения и в названии выделены жирным шрифтом)		
Формула сложного эфира	Название	Аромат
$CH_3COOC_4H_9$	<b>Бутилацетат</b>	грушевый
$C_3H_7COOCH_3$	<b>Метиловый</b> эфир масляной кислоты	яблочный
$C_3H_7COOC_2H_5$	<b>Этиловый</b> эфир масляной кислоты	ананасовый
$C_4H_9COOC_2H_5$	<b>Этиловый</b> эфир изовалериановой кислоты	малиновый
$C_4H_9COOC_5H_{11}$	<b>Изоамиловый</b> эфир изовалериановой кислоты	банановый
$CH_3COOCH_2C_6H_5$	<b>Бензилацетат</b>	жасминовый
$C_6H_5COOCH_2C_6H_5$	<b>Бензилбензоат</b>	цветочный

## 5. «Жиры» 11 класс

### Кейс



Жиры – смесь сложных эфиров, образованных глицерином и жирными кислотами. М.Э. Шеврель посвятил изучению жиров 14 лет. В 1808 году к нему обратился владелец текстильной фабрики с просьбой изучить состав мягкого мыла, получаемого на фабрике. Шеврель установил, что мыло – натриевая соль высшей жирной кислоты. Шеврель изготовлял мыла из жиров различных животных, выделял из них жирные кислоты. Так были впервые получены стеариновая, олеиновая, капроновая кислоты. Шеврель показал, что жиры состоят из глицерина и жирных кислот, причем это не только их смесь, а соединение, которое, присоединяя воду, распадается на глицерин и жирные кислоты.

### Задания:

1. Каковы формулы жира и мыла?
2. Напишите по одной структурной формуле жидкого и твердого жиров.
3. Предложите способ получения мыла из жира в домашних условиях.

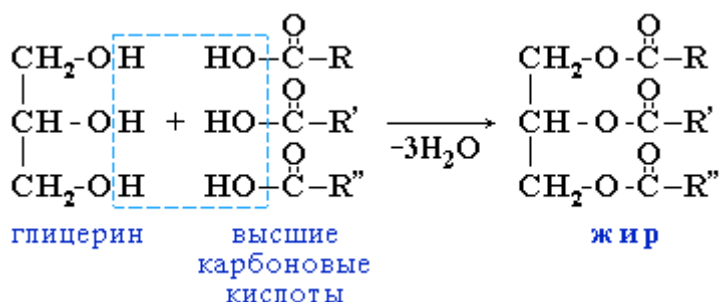
Найдите из других источников дополнительную информацию о жирах, мылах, СМС.

4. В современном мире предлагается много косметической, гигиенической продукции. А как правильно выбрать мыло, на что надо обратить внимание?

### Информационный материал

#### §9 стр. 38 – 43 11 класс

Жиры – сложные эфиры глицерина и высших одноосновных карбоновых кислот.



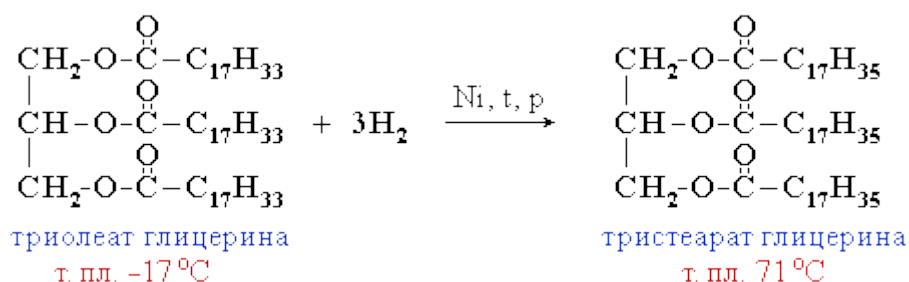
Общее название таких соединений – *триглицериды* или *триацилглицерины*, где ацил – остаток карбоновой кислоты  $-\text{C}(\text{O})\text{R}$ . В состав природных триглицеридов входят остатки насыщенных (предельных) кислот (пальмитиновой  $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$ , стеариновой  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$  и др.) и ненасыщенных (непредельных) кислот (олеиновой  $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ , линолевой  $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$ , линоленовой  $\text{C}_{15}\text{H}_{29}\text{COOH}$  и др.).

Природные кислоты, образующие молекулы жира, имеют неразветвленное строение и содержат четное число углеродных атомов (от 4 до 24). В ненасыщенных кислотах присутствуют связи C=C в *цис*-форме. Эти особенности строения жиров обусловлены процессами биосинтеза. Жиры содержатся во всех растениях и животных. Они представляют собой смеси полных сложных эфиров глицерина и не имеют чётко выраженной температуры плавления.

#### **Физические свойства жиров.**

- *Животные жиры* (бараний, свиной, говяжий и т.п.), как правило, являются твердыми веществами с невысокой температурой плавления (исключение – рыбий жир). В твёрдых жирах преобладают остатки *насыщенных* кислот.
- *Растительные жиры – масла* (подсолнечное, соевое, хлопковое и др.) – жидкости (исключение – кокосовое масло, масло какао-бобов). Масла содержат в основном остатки *ненасыщенных (непредельных)* кислот.

Жидкие жиры превращают в твердые путем реакции *гидрогенизации* (каталитического гидрирования). При этом водород присоединяется по двойной связи, содержащейся в углеводородном радикале молекул масел.

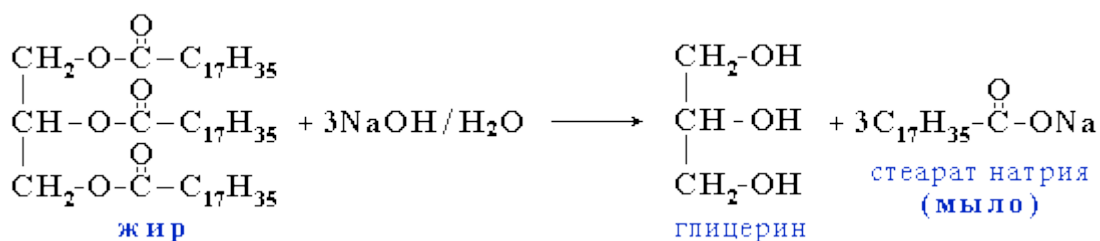


Продукт гидрогенизации масел – твердый жир (искусственное сало, *саломас*). *Маргарин* – пищевой жир, состоит из смеси гидрогенизированных масел (подсолнечного, кукурузного, хлопкового и др.), животных жиров, молока и вкусовых добавок (соли, сахара, витаминов и др.).

В условиях процесса гидрогенизации масел (высокая температура, металлический катализатор) происходит изомеризация части кислотных остатков, содержащих *цис*-связи C=C, в более устойчивые *транс*-изомеры.

Жирам как сложным эфирам свойственна обратимая реакция *гидролиза*, катализируемая минеральными кислотами. При участии щелочей (или карбонатов щелочных металлов) гидролиз жиров происходит необратимо. Продуктами в этом случае являются **мыла** – соли высших карбоновых кислот и щелочных металлов.





Натриевые соли – твердые мыла, калиевые – жидкие. **Реакция щелочного гидролиза жиров, и вообще всех сложных эфиров, называется также омылением.**

Высшие карбоновые кислоты можно выделить из мыла действием более сильных кислот. При длительном хранении жиры портятся (прогоркают). Под действием воздуха, света и микроорганизмов происходит частичный гидролиз жиров с образованием свободных жирных кислот и продуктов их превращения, обычно имеющих неприятный запах и вкус. Срок годности жиров увеличивается при низкой температуре и в присутствии консервантов (чаще всего поваренной соли). Жиры, содержащие остатки ненасыщенных кислот, способны к *окислению* по связям C=C. Важное значение имеют так называемые *высыхающие масла* (льняное, тунговое и др.), которые входят в состав красок и лаков (в частности, олифы). Эти масла отличаются высоким содержанием остатков кислот с двумя или тремя двойными связями и способны к образованию на окрашиваемой поверхности прочной пленки за счет полимеризации по кратным связям под действием кислорода воздуха.

### ***Свойства мыла.***

Многие свойства мыла, например, твёрдость, растворимость в воде, пенообразование, моющая способность, зависят от его жирового состава. Так, входящая в состав свиного и говяжьего сала пальмитиновая кислота даёт мылу твёрдость и хорошие пенообразующие качества, а олеиновая кислота – растворимость в холодной воде и моющую способность. Стеариновая кислота усиливает моющее действие мыла в горячей воде. Благодаря лауриновой кислоте, содержащейся в кокосовом масле, мыло лучше растворяется в холодной воде, увеличивается его моющая способность и уменьшается набухание; но эта кислота может вызвать раздражение кожи. А вот из-за линолевой кислоты (компонент свиного сала) мыло приобретает неприятный запах и становится непригодным к длительному хранению. Поэтому содержание свиного сала в жировых смесях, используемых для варки мыла, как правило, невелико. Помимо жировой основы в состав мыла вводят также различные добавки. Это наполнители (оксид титана или цинка), парфюмерные отдушки, красители, увлажняющие компоненты (глицерин, касторовое масло, воски животного происхождения – ланолин и спермацет).

Бактерицидные и дезодорирующие мыла содержат антисептические вещества, например, триклозан.

### ***Понятие о синтетических моющих средств (СМС) и мыло***

Синтетические моющие средства - это натриевые соли кислых сложных эфиров высших спиртов и серной кислоты:



В последние годы производство синтетических моющих средств (СМС) в мире стало исчисляться уже десятками миллионов тонн в год. Около 70% потребляемых населением СМС расходуется на так называемые общие стирки, которые осуществляются раз в 3-7 дней. Это стирка, при которой стирают постельное, столовое и нательное белье, проводят чаще всего в стиральных машинах. Около 20% СМС расходуется на "легкую" стирку слабозагрязненной изделий из тонких тканей вручную в теплой воде. СМС для легкой стирки не должны делать раздражающего действия на кожу рук, должны создавать обильную пену и хорошо стирать при температуре воды 25-45 С. Несмотря на то, что наступила эпоха СМС, мыло еще полностью не сдало свои позиции: его рекомендуется использовать для ручной стирки изделий из хлопчатобумажных и льняных тканей. Если окунуться в далекое прошлое, то можно узнать про мыло много интересного. Так, в далекой древности волосы для красоты намазывали маслами и благовониями. В дни траура голову посыпали пеплом. А потом - странное дело - жир легко смывался, волосы становились чистыми, блестящими. Ведь пепел в сочетании с маслами - прообраз мыла. Это свойство и использовали четыре тысячелетия назад, создав мылоподобное полужидкое вещество "сапо". Применяли его не столько с гигиеническими, сколько с косметическими целями. Липкая, легко засыхаемая, быстро смываемая масса служила для укладки волос. Вспомните мудрые сооружения на головах и закрученные в мелкие жгуты бороды на изображениях древних вавилонян. Для стирки же использовали моющие глины и соки таких растений, как мыльный корень, мыльнянки. После изобретения в XVI веке стиральной доски получил распространение и другой способ стирки: белье укладывали в чан, над ним расстилалась полотно, на которое насыпали золу. В чан через полотно заливали горячую воду - от смешения с золой получался щелок, и белье отстирывалось быстрее. На Руси и в некоторых других странах щелок брали с собой в баню вместо мыла. Мыло же долгое время стояло в одном ряду с медицинскими средствами и лекарствами. И только в 1424 году в Италии, в Севони, промышленным путем стали выпускать твердое мыло. Жиры

соединяли не с золой, а с природной кальцинированной содой, что добывали из озер. Для варки мыла использовали говяжье, баранье, свиное, лошадиное сало, костяной, китовый и рыбий жир, отходы жиров различных производств. Добавляли и растительные масла - льняное, хлопковое, оливковое, миндальное, кунжутное, кокосовое и пальмовое.

***Как правильно выбирать мыло и на что обращать внимание?***

Прежде всего, нужно тщательно прочитать состав мыла на упаковке. Если Вы найдете там вещества, список которых приведено ниже, то это, скорее всего, мыло массового промышленного производства.

<p><b>Полипропилен гликоль</b> (propillene glycol)</p>	<p>Продукт, который получают из нефти, используется в косметической продукции, а также для приготовления антифриза и тормозной жидкости. Он более дешевый, чем глицерин, но вызывает больше аллергических реакций и воспаление кожи.</p>
<p><b>Лаурет сульфат натрия</b> (Sodium Laureth Sulfate)</p>	<p>Дешевое моющее средство, образует много пены, при этом возникает иллюзия, что он имеет очень сильные моющие свойства. Есть предположение, что это канцероген.</p>
<p><b>ПАВ</b> поверхностно активные вещества</p>	<p>Все они являются нефтепродуктами - DEA (Diethanolamine) MEA (Monoethanolamine) TEA (Triethanolamine), Sacamide DEA, DEA-cetyl phosphate, DEA Oleth-3 phosphate, Myristamide DEA, Stearamide MEA, Cocamide MEA, Lauramide DEA, Linoleamide MEA, Oleamide DEA, TEA Lauryl Sulfate – все эти компоненты используются как эмульгаторы и пенообразующие вещества, раздражают кожу и глаза, существует предположение, что это канцерогены.</p>
<p><b>Формалин</b></p>	<p>Используется как консервант, но производители понимают, что неявность такого составляющего не делает продукт привлекательным для покупателя и вводят не свободный формалин, а вещества, которые его выделяют.</p>
<p><b>Бензол и толуол</b></p>	<p>Очень токсичные субстанции, обычно используются в виде бензоатов.</p>
<p><b>Диоксид титана</b></p>	<p>Используется как краситель (мыло белого цвета всегда имеет в составе диоксид титана), есть предположение, что это канцероген.</p>

<b>Красители</b>	FD&C и D&C – угольная смола, есть предположение, что это канцероген
<b>Содиум лаурил сульфат (Sodium Lauryl Sulfate)</b>	Дешевое моющее средство, которое считают наиболее опасным в препаратах для ухода за кожей и волосами. В промышленности используют для мытья пола, машин и двигателей. Оставляет на коже пленку, которая вызывает аллергические реакции и раздражение.
<b>Парабены (Methylparaben, Propylparaben и др.)</b>	Аналоги сульфаниламидных препаратов, которые имеют противомикробные свойства и используются в качестве консервантов. Благодаря широчайшему распространению в косметических средствах парабены способствуют образованию новых штаммов нечувствительных к лекарствам микроорганизмов, нарушают природный иммунитет, являются наиболее частой причиной аллергических реакций на косметические средства. При всасывании проявляют токсическое действие на печень.

Если в аннотации указано, что в мыле присутствуют только соли жирных кислот, вода и натуральные добавки, такое мыло заслуживает Вашего внимания. Мыло ручной работы отличается и по внешнему виду. Как правило, оно проще по форме, имеет включение и следы от ручной нарезки. Натуральное мыло ручной работы не может иметь сильный запах (такой запах имеют только синтетические отдушки) и яркий неестественный цвет. В натуральном мыле ручной работы не может быть никаких химических и синтетических добавок.

**6. «Углеводы. Глюкоза» 11 класс**  
**Кейс**

«В молодости я поставил задачу синтезировать свой собственный завтрак и могу утверждать, что в значительной мере ее выполнил», утверждал один из знаменитых немецких химиков на своей лекции. Химиком был Эмиль Фишер, немецкий химик-органик, лауреат Нобелевской премии 1902 года.

### Задания:

1. Какие основные исследования были проведены Эмилем Фишером?
2. За что Фишер получил Нобелевскую премию по химии?
3. Состав и структура, номенклатура углеводов.
4. Физические и химические свойства углеводов.
5. Применение углеводов, значение для человека.
6. Моносахариды.
7. Реакции брожения глюкозы.

### Информационный материал

#### § 10 стр. 43 – 48 11 класс

**Эмиль Герман Фишер** (нем. *Hermann Emil Fischer*; 9



октября 1852, Ойскирхен —15 июля 1919, Берлин) — немецкий химик, лауреат Нобелевской премии по химии 1902 года.

- 1875 — синтез фенилгидразина, который был им применён как качественный реактив на альдегиды и кетоны, а впоследствии для идентификации моносахаридов;

- 1882 — исследование строения пуриновых соединений, которые привели в дальнейшем к синтезу многих важных веществ (кофеина, теобромина и др.);

- с 1884 — масштабные исследования углеводов, определение состава и структуры, разработка номенклатуры;

- 1890 — синтез виноградного и фруктового сахара;
- 1894 — применение ферментов для синтеза химических соединений;
- с 1899 — исследования по химии белков;
- 1901 — разработка эфирного метода анализа аминокислот, открытие аминокислот валина, пролина и оксипролина;

- 1902 — Э. Фишер предложил пептидную теорию строения белка;
- 1903 — синтез диэтилбарбитуровой кислоты (веронал, барбитал);
- 1907 — синтез полипептидов;
- 1916 — доказал сходство естественных пептонов с полипептидами осуществив синтез полипептида из 19 аминокислот (совместно с Абдергальденом).

Лауреат Нобелевской премии по химии за 1902 за работы по исследованию *сахаров и пуринов, синтез глюкозы*.

**Моносахариды** (от греческого monos: единственный, sacchar: сахар), — органические соединения, одна из основных групп углеводов; самая простая форма сахара; являются обычно бесцветными, растворимыми в воде, прозрачными твердыми веществами. Некоторые моносахариды обладают сладким вкусом. Моносахариды — стандартные блоки, из которых синтезируются дисахариды (такие, как сахароза, мальтоза, лактоза), олигосахариды и полисахариды (такие, как целлюлоза и крахмал), содержат гидроксильные группы и альдегидную (*альдозы*) или кетогруппу (*кетозы*). Каждый углеродный атом, с которым соединена гидроксильная группа (за исключением первого и последнего), является хиральным, что дает начало многим изомерным формам. Например, галактоза и глюкоза — альдогексозы, но имеют различные химические и физические свойства. Моносахариды представляют собой производные многоатомных спиртов, содержащие карбонильную группу — альдегидную или кетонную.

### **Виды моносахаридов**

Моносахариды подразделяют на триозы, тетразы, пентозы, гексозы и т. д. (3, 4, 5, 6 и т. д. атомов углерода в цепи); природные моносахариды с углеродной цепью, содержащей более 9 атомов углерода, не обнаружены. Моносахариды, содержащие 5-членный цикл, называются *фуранозами*, 6-членный — *пиранозами*.

### **Химические свойства**

Моносахариды вступают в химические реакции, свойственные карбонильной и гидроксильной группам. Характерная особенность моносахаридов — способность существовать в открытой (ациклической) и циклической формах и давать производные каждой из форм. Глюкоза, например, легко образует полуацетали, соединяя свои своим С<sub>1</sub> и О<sub>5</sub>, чтобы сформировать 6-членное кольцо, названное пиранозид. Та же

самая реакция может иметь место между  $C_1$  и  $O_4$ , чтобы сформировать 5-членный фуранозид.

### Моносахариды в природе

---

Моносахариды входят в состав сложных углеводов (гликозиды, олигосахариды, полисахариды) и смешанных углеводсодержащих биополимеров (гликопротеиды, гликолипиды и др.). Биосинтез моносахаридов из углекислого газа и воды происходит в растениях (фотосинтез). Распад моносахаридов в организме (например, спиртовое брожение, гликолиз) сопровождается выделением энергии.

**Углево́ды (сахара́, сахариды)** — органические вещества, содержащие карбонильную группу и несколько гидроксильных групп. Название класса соединений происходит от слов «гидраты углерода», оно было впервые предложено К. Шмидтом в 1844 году. Появление такого названия связано с тем, что первые из известных науке углеводов описывались брутто-формулой  $C_x(H_2O)_y$ , формально являясь соединениями углерода и воды.

Источником углеводов для всех живых организмов является процесс фотосинтеза, осуществляемый растениями.

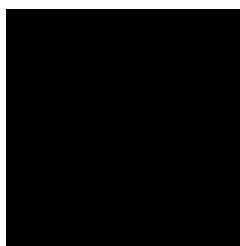
Углеводы — весьма обширный класс органических соединений, среди них встречаются вещества с сильно различающимися свойствами. Это позволяет углеводам выполнять разнообразные функции в живых организмах. Соединения этого класса составляют около 80 % сухой массы растений и 2—3 % массы животных.

### Простые и сложные

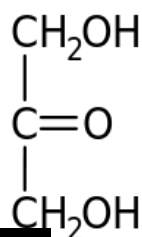
---

Все углеводы состоят из отдельных «единиц», которыми являются сахариды. По способности к гидролизу на мономеры углеводы делятся на две группы: простые и сложные. Углеводы, содержащие одну единицу, называются моносахаридами, две единицы — дисахаридами, от двух до десяти единиц — олигосахаридами, а более десяти — полисахаридами. Моносахариды быстро повышают содержание сахара в крови, и обладают высоким гликемическим индексом, поэтому их ещё называют **быстрыми углеводами**. Они легко растворяются в воде и синтезируются в зелёных растениях. Углеводы, состоящие из 3 или более единиц, называются сложными. Продукты, богатые медленными углеводами, постепенно повышают содержание глюкозы и имеют низкий гликемический индекс, поэтому их ещё называют **медленными углеводами**.

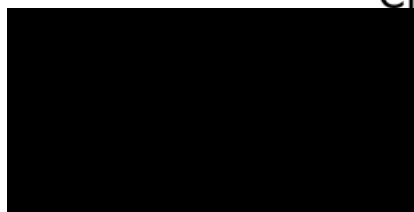
### Моносахариды



D-глицеральдегид



диоксиацетон



Распространённый в природе моносахарид — бета-D-глюкоза.

*Моносахариды* (от греческого *μονος* — единственный, *sacchar* — сахар) — простейшие углеводы, не гидролизующиеся с образованием более простых углеводов — обычно представляют собой бесцветные, легко растворимые в воде, плохо — в спирте и совсем нерастворимые в эфире, твёрдые прозрачные органические соединения, одна из основных групп углеводов, самая простая форма сахара. Водные растворы имеют нейтральную pH. Некоторые моносахариды обладают сладким вкусом. Моносахариды содержат карбонильную (альдегидную или кетонную) группу, поэтому их можно рассматривать как производные многоатомных спиртов. Моносахарид, у которого карбонильная группа расположена в конце цепи, представляет собой альдегид и называется *альдоза*. При любом другом положении карбонильной группы моносахарид является кетоном и называется *кетоза*. В зависимости от длины углеродной цепи (от трёх до десяти атомов) различают *триозы*, *тетрозы*, *пентозы*, *гексозы*, *гептозы* и так далее. Среди них наибольшее распространение в природе получили пентозы и гексозы. Моносахариды — стандартные блоки, из которых синтезируются дисахариды, олигосахариды и полисахариды.

В природе в свободном виде наиболее распространена D-глюкоза (виноградный сахар или *декстроза*,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) — шестиатомный сахар (*гексоза*), структурная единица (мономер) многих полисахаридов (полимеров) — дисахаридов: (мальтозы, сахарозы и лактозы) и полисахаридов (целлюлоза, крахмал). Другие моносахариды, в основном, известны как компоненты ди-, олиго- или полисахаридов и в свободном состоянии встречаются редко. Природные полисахариды служат основными источниками моносахаридов.

### Важнейшие источники

Главными источниками углеводов из пищи являются: хлеб, картофель, макаронные изделия, крупы, сладости. Чистым углеводом



является сахар. Мёд, в зависимости от своего происхождения, содержит 70—80 % глюкозы и фруктозы.

К углеводной группе, кроме того, примыкают и плохо перевариваемые человеческим организмом клетчатка и пектины.

## 7. «Амины. Анилин» 11 класс

### Кейс

В 1862 году в Лондоне состоялась международная выставка, на которой кроме технических новинок демонстрировались химические процессы и продукты. Среди последних демонстрировалось странное неприятное вещество, вдобавок обладающее неприятным запахом. Кристаллин, кианол, бензидам – названия, которые были предложены учеными для него. Но мы его знаем совершенно под другим названием.

### Задания:

1. О каком веществе идет речь?
2. Почему оно удостоилось международной выставки?
3. Имена каких ученых связаны с этим веществом?
4. К какому классу веществ принадлежит данное вещество, химические свойства представителей класса?

### Информационный материал

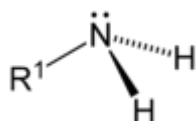
#### §13 стр. 55-58 11 класс

**Амины** — органические соединения, являющиеся производными аммиака, в молекуле которого один, два или три атома водорода замещены на углеводородные радикалы.

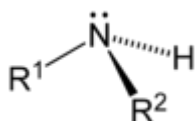
По числу замещённых атомов водорода различают соответственно *первичные* (замещен один атом водорода), *вторичные* (замещены два атома водорода из трех) и *третичные* (замещены три атома водорода из трех) амины.

По числу NH<sub>2</sub>-групп в молекуле амины делят на *моноамины*, *диамины*, *триамины* и так далее.

#### Первичный амин



#### Вторичный амин



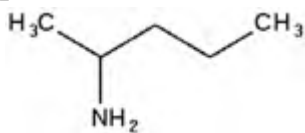
#### Третичный амин



### Номенклатура

---

К названию органических остатков, связанных с азотом, добавляют слово «амин» (группы упоминают в алфавитном порядке):  $\text{CH}_3\text{NHC}_3\text{H}_7$  — метилпропиламин,  $\text{CH}_3\text{N}(\text{C}_6\text{H}_5)_2$  — метилдифениламин. Для высших аминов название составляется, взяв за основу углеводород, прибавлением приставки «амино», «диамино», «триамино», указывая числовой индекс атома углерода:



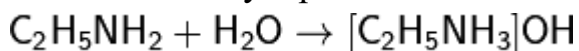
2-аминопентан

Для некоторых аминов используются тривиальные названия:  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$  — анилин (систематическое название — фениламин).

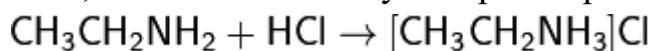
### *Химические свойства*

Амины, являясь производными аммиака, имеют сходное с ним строение и проявляют подобные ему свойства. Для них также характерно образование донорно-акцепторной связи. Азот предоставляет неподеленную электронную пару, исполняя роль донора. В качестве акцептора электронов может выступать, например, протон  $\text{H}^+$ , образуя ион  $\text{R}_3\text{NH}^+$ . Возникшая ковалентная связь N-H полностью эквивалентна остальным связям N-H в амине.

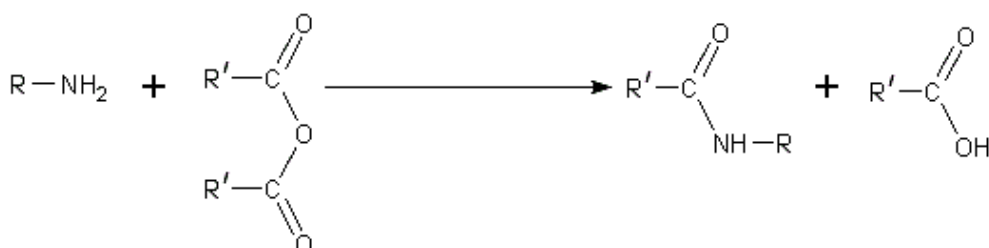
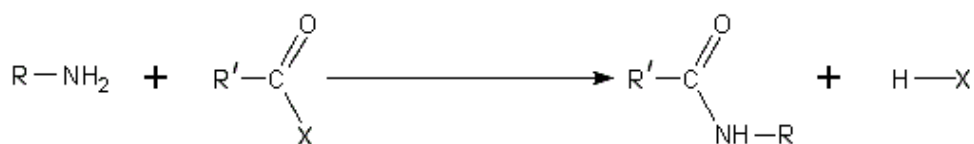
- **Взаимодействие с водой.** Водные растворы аминов проявляют щелочную реакцию:



- **Взаимодействие с кислотами,** амины образуют алкиламмониевые соли, в большинстве случаев растворимые в воде:

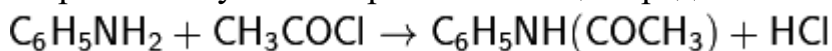


- **Ацилирование.** При нагревании с карбоновыми кислотами, их ангидридами, хлорангидридами или сложными эфирами первичные и вторичные амины ацилируются с образованием N-замещенных амидов, соединений с фрагментом  $-\text{C}(\text{O})\text{N}<$ :

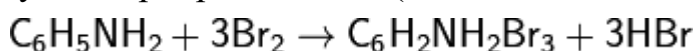


Реакция с ангидридами протекает в мягких условиях. Ещё легче реагируют хлорангидриды, реакция проводится в присутствии основания, чтобы связать образующийся HCl.

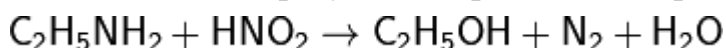
Таким образом получают жаропонижающее средство — ацетанилид:



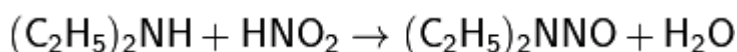
- Ароматические амины реагируют с галогенами по механизму электрофильного замещения в бензольном ядре. При галогенировании анилина бромной водой при комнатной температуре образуется триброманилин (в виде осадка белого цвета):



- Первичные и вторичные амины взаимодействуют с азотистой кислотой различным образом. При помощи азотистой кислоты первичные, вторичные и третичные амины отличают друг от друга. Из первичных аминов образуются первичные спирты:

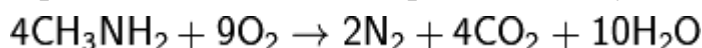


При этом выделяется газ (азот). Это признак того, что в колбе первичный амин. Вторичные амины образуют с азотистой кислотой желтые, трудно растворимые нитрозамины — соединения, содержащие фрагмент >N-N=O:



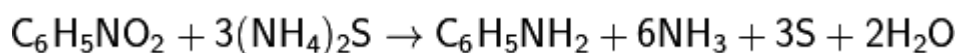
Третичные амины при обычной температуре в азотистой кислоте просто растворяются.

- При горении амин выделяет кроме воды и углекислого газа ещё и азот:

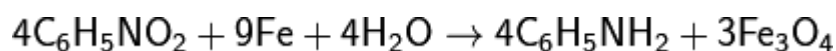


### *Получение*

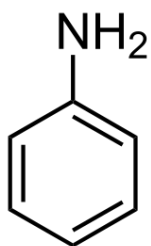
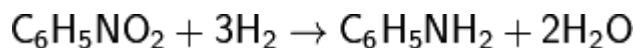
**Восстановление нитросоединений — Реакция Зинина.** Эту реакцию впервые осуществил Н. Н. Зинин в 1842 году. Действуя на нитробензол сульфидом аммония, он получил анилин:



**Восстановление железом:**



**Восстановление водородом** в присутствии катализатора и при высокой температуре:



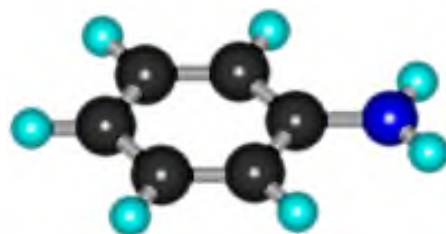
**Анилин** (фениламин) — органическое соединение с формулой  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ , простейший ароматический амин. Представляет собой бесцветную маслянистую жидкость с характерным запахом, немного тяжелее воды и плохо в ней растворим, хорошо растворяется в органических растворителях. На воздухе быстро окисляется и приобретает красно-бурую окраску. Ядовит. Название «анилин» происходит от названия одного из растений, содержащих индиго — *Indigofera anil* (современное международное название растения — *Indigofera suffruticosa*).

Впервые анилин был получен в 1826 году при перегонке индиго с известью немецким химиком **Отто Унфердорбеном** (нем. *Otto Unverdorben*), который дал ему название «**кристаллин**».

В 1834 г. **Ф. Рунге** обнаружил анилин в каменно-угольной смоле и назвал «**кианолом**».

В 1841 г. **Ю. Ф. Фрицше** получил анилин нагреванием индиго с раствором **КОН** и назвал его «**анилином**».

В 1842 г. анилин был получен **Н. Н. Зининым** восстановлением нитробензола действием  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  и назван им «**бензидамом**».

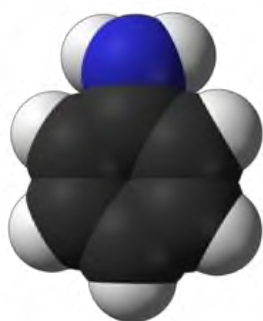


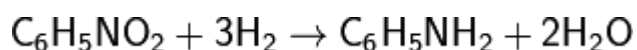
В 1843 г. **А. В. Гофман** установил **идентичность всех перечисленных соединений**.

Промышленное производство фиолетового красителя мовеина на основе анилина началось в 1856 году.

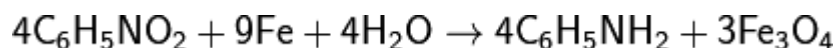
### Получение

В промышленности анилин получают в две стадии. На первой стадии бензол нитруется смесью концентрированной азотной и серной кислот при температуре 50—60 °С, в результате образуется нитробензол. На втором этапе нитробензол гидрируют при температуре 200—300 °С в присутствии катализаторов:

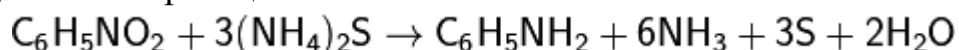




Впервые восстановление нитробензола было произведено с помощью железа:



Другим способом получение анилина является восстановление нитросоединений — реакция Зинина:



### *Химические свойства*

Для анилина характерны реакции как по аминогруппе, так и по ароматическому кольцу. Особенности этих реакций обусловлены взаимным влиянием атомов. С одной стороны, бензольное кольцо ослабляет основные свойства аминогруппы по сравнению с алифатическими аминами и даже с аммиаком. С другой стороны, под влиянием аминогруппы бензольное кольцо становится более активным в реакциях замещения, чем бензол. Например, анилин энергично реагирует с бромной водой с образованием 2,4,6-триброманилина (белый осадок).

**Анилин** (аминобензол) применяется в производстве красителей, искусственных смол, текстильной и фармацевтической промышленности. **Отравление анилином** возможно при поступлении анилина в организм через рот, дыхательные пути и кожу. Накапливается в подкожной основе и паренхиматозных органах. Является метгемоглобинообразующим ядом, токсически влияет на центральную нервную систему, паренхиматозные органы.

**Фридрих Фердинанд Рунге** - (1794 – 1867) - немецкий химик - органик.



Важнейшие научные работы посвящены изучению органических соединений, в том числе алкалоидов и красителей. В 1819 году описал токсические свойства атропина и его способность расширять зрачок, выделил из коры хинного дерева хинин (за год до П. Ж. Пельтье и Ж. Б. Каванту). Исследовал цветочные пигменты и дубильные вещества. В 1831 году во время эпидемии холеры предложил использовать хлор в качестве дезинфицирующего средства (вместо уксуса и сернистого газа). В 1834 году выделил из каменноугольной смолы карболовую кислоту, пиррол, хинолин и анилин («кианол»); обнаружил, что окисление анилина приводит к образованию окрашенных продуктов. Получил из

анилина действием хлорной извести синий краситель, а действием бихромата калия и серной кислоты — чёрный.

Автор трёхтомной монографии «Химия красителей» (1834—1850), учебника «Основы химии» (1846—1847).

**Никола́й Никола́евич Зи́нин** (1812—1880) — выдающийся русский химик-органик, академик Петербургской академии наук, первый президент Русского химического общества (РХО) (1868–1877).



Зинин впервые получил бензоин конденсацией бензальдегида в присутствии цианистого калия и бензил окислением бензоина азотной кислотой. В 1842 году Зинин открыл реакцию восстановления ароматических нитропроизводных в ароматические амины действием сернистого аммония (Реакция Зинина). Синтезы Зинина послужили научной основой для создания промышленности синтетических красителей, взрывчатых веществ, фармацевтических препаратов, душистых веществ и др.

**Фрицше Юлий Фёдорович** - (1808г. – 1871г.) -

российский химик и ботаник.



Первые работы связаны с извлечением лекарственных веществ из растений. Последующие исследования относятся главным образом к области органической химии. Изучал (конец 1830-х) производные мочевой кислоты, пурпуровую кислоту и её соли; установил природу мурексида – аммониевой соли пурпуровой кислоты (1839). При разложении индиго выделил (1840) антраниловую кислоту и описал её распад с образованием углекислого газа и азотистого основания, которое назвал анилином. Установил, что окисление анилина приводит к образованию окрашенных соединений. Открыл (1858) реакцию пикриновой кислоты с ароматическими углеводородами, приводящую к образованию хорошо кристаллизующихся молекулярных соединений. Открыл (1858) карбазол в каменноугольном дёгте, выделил углеводороды антрацен (1857), ретен (1858) и фенантрен (1869). Открыл (1868) реактив, чувствительный на углеводороды, – β-динитроантрахинон (*реактив Фрицше*).

## **8. «Химия в строительстве» 11 класс**

### **Кейс**

Известняк, по-видимому, был первым строительным материалом, какой использовал человек. Из его плит сооружены египетские пирамиды и Великая китайская стена. Наша столица Москва прозвана белокаменной именно потому, что многие ее здания возведены из известняка. Прочность кладки древних сооружений обеспечивалась идеальной подгонкой камней. (Вяжущие материалы тогда не применяли вовсе. Их научились приготавливать много позже.)

Бетон был изобретён ещё в Древнем Риме. Они изобрели бетон, который, застывая, приобретал прочность и долговечность камня.

Приходилось ли вам наблюдать, как разбирают старинные здания? Это очень нелегкое дело. Рабочие с превеликим трудом отламывают от стен кирпичи. Может быть, наши пращурьы знали какой-нибудь секрет кладки? Нет. Оказывается, податливый, мягкий, как тесто, известковый раствор, которым скрепляли кирпичи, впитывает в себя углекислый газ из воздуха. Постепенно он становится тем же крепышом, каким был первоначально, - известняком. В современном строительстве известь почти не применяется. Во-первых, масса слишком долго твердеет; во-вторых, сохнет она недостаточно быстро; и в-третьих, прочность шва невелика.

### **Задания:**

Составьте бизнес-проект по технической химии (презентацию). В Вашем распоряжении имеется сырьё – известняк. Ваша задача – создать новое производство на имеющемся сырьё, показать возможности создания других производств. Описать применение, общие принципы и методы

производства, схему производства (реакционный аппарат), указать химические реакции.

Слайды должны раскрыть содержание следующим образом:

- 1-ый слайд – Источник сырья, месторождение, доставка (карта, путь);
- 2-ой слайд – сырье, его подготовка, характеристика;
- 3-ий слайд - схема технологического процесса (упрощенная); принципы производства;
- 4-ый слайд – химические реакции (механизмы, если возможно);
- 5-ый слайд – аппараты, оборудование;
- 6-ой слайд – готовая продукция, характеристика;
- 7-ой слайд – применение готовой продукции;
- 8-ой слайд – проблемы охраны среды; техника безопасности;
- 9-ый слайд – исторические факты, персоналии, портреты (при возможности);
- 10-ый слайд – литературные источники, в том числе, ссылки на сайты.

### **Информационный материал**

**§19 стр. 94 – 100      11 класс**

[http://www.cement-zavod.ru/cement\\_producing.html](http://www.cement-zavod.ru/cement_producing.html)

[http://www.stroymehnika.ru/article\\_27.php](http://www.stroymehnika.ru/article_27.php)

<http://www.transbeton.ru/technology/>

<http://m350.ru/articles/more/v/id/9/>

<http://ural-plit.ru/statii/78-tehnologiya-proizvodstva-betona>

### ***Технология фрески по сырой штукатурке***



Технология фрески основана на естественных свойствах извести при высыхании постепенно превращаться из жидкого в коллоидно-кристаллическое вещество. От качества извести очень сильно зависит как ход работы, так и сохранность законченного изображения, поэтому для создания штукатурки под фресковую роспись необходимо взять свежую хорошо обожженную известь самого лучшего сорта и "загасить" ее - в емкость с большим количеством воды очень постепенно всыпается известь, при этом необходимо быть очень осторожным, поскольку известь при гашении очень сильно нагревается. После того,



как известь загашена, ей нужно дать выстояться в воде или в мокром состоянии в течении как можно более длительного периода времени. Желательно как минимум год, хотя если обстоятельства не позволяют заготовить известь заблаговременно, допускается и применение извести с меньшим сроком гашения.

В качестве наполнителей для штукатурки под фресковую роспись традиционно используется несколько видов материалов, самым лучшим из них традиционно считается кирпичная крошка - мелко молотый "кирпичный бой". Ее преимущества состоят в том, что в сыром штукатурном растворе вода с растворенной в ней известью, входящая в поры кирпича при его намокании, высыхает и выходит на поверхность очень медленно, тем самым продлевая общее время просыхания штукатурки и время работы над изображением. Кроме этого постепенность высыхания обеспечивает наиболее глубокое "прораствание" образующихся кристаллов извести в толщу основания.

Кроме кирпичной крошки (а при отсутствии и вместо неё) применяется песок, причем рекомендуется использовать именно речной, поскольку у него самые разноразмерные "зерна", плотно прилегающие друг к другу. Из-за этого речной песок обладает самой высокой плотностью. Этот фактор важен, поскольку известь в штукатурном растворе технически выполняет роль минерального "клея", скрепляющего между собой частицы наполнителя. При этом, чем ближе прилегание частиц друг к другу, тем выше КПД извести, и тем прочнее оказывается штукатурное покрытие в целом.

Не менее важным, чем кирпич или песок является такой наполнитель, как рубленая пенька или льняное волокно, - они делают штукатурный слой менее хрупким, придавая ему дополнительную пластичность и устойчивость к небольшим деформациям.

Перед нанесением штукатурки необходимо сначала подготовить стену или панель, на которую она наносится. Самым лучшим основанием для фрески является кирпичная стена. В случае работы по бетону рекомендуется попытаться сделать его поверхность неровной, - сделать неглубокие отверстия или выбоины.

Если же стена для фрески была предварительно оштукатурена, старую штукатурку надо постараться сбить, в тех местах, где не сбивается, - очистить от старой краски, пыли и грязи.

Нанесение штукатурного раствора рекомендуется проводить в два или даже три слоя на хорошо смоченное основание. При трёхслойном грунте первому слою дают совершенно просохнуть, затем смачивают его водой до полного насыщения и наносят два последних. Для двухслойного грунта

первому слою дают основательно подвять, - окрепнуть, но не до конца высохнуть, и только после этого наносится последний слой штукатурки, заглаживаемый под живопись - "интонако". Для нанесения каждого последующего слоя поверхность штукатурки очищается шпателем от образующейся при высыхании извести известковой корки.

В начале работы, когда штукатурка еще достаточно сырая, делается рисунок. Процесс создания рисунка подразумевает творческий поиск и нахождение наилучшей выразительной "конструкции" для изображения. Технически это означает, что на этапе рисунка в первоначальный план изображения могут вноситься необходимые исправления, но к концу этого этапа должны быть четко определены границы пространства для каждого из локальных цветов.

## **+ 1 План-конспект урока химии по теме:**

**«Соединения кальция и их использование в строительстве».**

**Тип урока:** урок-обобщение.

**Вид урока:** урок с использованием кейс-технологии.

**Цели урока:**

- 1. образовательная:** обобщить знания о природных соединениях кальция и значении соединений кальция в строительной индустрии.
- 2. развивающая:** развивать инициативу, любознательность, умственную активность.
- 3. воспитательная:** формировать коммуникативные навыки, умения вырабатывать и аргументировать самостоятельные решения, аргументировать самостоятельные решения, навыки сотрудничества в группах.

**Учебные задачи:**

1. систематизировать знания о свойствах соединений кальция, обуславливающих их широкое применение в строительной индустрии;
2. формировать умения раскрывать взаимосвязь науки и практики;
3. формировать умения использовать полученные знания в своей профессиональной деятельности.

**Оборудование и реактивы:** образцы веществ без названий (алебастр, известь и мел), соляная кислота, лакмус, фенолфталеин, вода, пробирки в штативе, стеклянные палочки, стеклянные пластинки.

**Раздаточный материал:** кейс «Эврика», правила работы с кейсом

### **План урока.**

**Кейс «Эврика»**

#### **1. Подготовительный этап.**

Конкретизация преподавателем цели урока.

## **2. Ознакомительный этап.**

Вовлечение обучающихся в живое обсуждение конкретной ситуации (случай из профессиональной практики обучающихся).

### **2.1. Введение в ситуацию.**

Действие разворачивается на одной из строительных площадок вблизи г. Курск. Действующие лица: мастер производственного обучения Ответнова Ольга Ивановна; обучающиеся группы №6 по профессии «Мастер отделочных работ»; Игорь, бригадир бригады №1; Виктор, бригадир бригады №2; кладовщик.

**2.2. Описание ситуации.** Ответнова Ольга Ивановна уже в семь часов тридцать минут утра прибыла на строительный объект, где проходили производственную практику ее ученики. До приезда детей ей необходимо было определить фронт работ на сегодняшний день и распределить ребят по рабочим местам. Детям нравилось работать на стройке, тем более, что их работу оплачивали, и оплачивали неплохо, что их еще больше подстегивало. А за досрочное завершение работы даже обещали премию. В положенное время все ребята как один стояли перед мастером и ждали распоряжений. Ольга Ивановна уже выяснила, что на сегодня ребятам нужно отделать два небольших помещения, но в разных местах стройки. Решили разделить на две бригады, чтобы не толкаться и не мешать друг другу при работе, так как комнаты были очень небольшими. Тут же выбрали бригадиров, Игоря и Виктора, самых авторитетных ребят, которым и Ольга Ивановна часто доверяла ответственные задания, да и группа их уважала. Бригадир получил бланки формы «М29» и с помощниками отправились к кладовщику за инструментом и необходимыми материалами. На складе хранилось много разнообразных материалов, и даже таких, которые, по мнению ребят, не имели к строительству никакого отношения: кислоты, индикаторы, ингибиторы и еще что-то с непонятными названиями. Со склада строительных материалов ребята-бригадир увидели выехавшую машину, до верха нагруженную мешками. Кладовщик что-то быстро говорил водителю, размахивая руками. «Пошли быстрее, а то без материалов останемся» - сказал Игорь ребятам. Кладовщик Иван Петрович Уладов встретил ребят не так приветливо как обычно. Что-то бормоча себе под нос, начал выдавать положенные по списку в накладной инструменты и материалы. «А алебастр и мел я не могу вам дать» - заявил Иван Петрович. - На склад завезли мешки с известью, мелом и алебастром, но все мешки без названий. Я, их что, на язык должен определить. Одну партию я уже отправил обратно, чтобы поменяли, а эти мешки после обеда отвезут. Так что ждите, когда машина обратно приедет». Делать нечего, Игорь и Витя с помощниками отправились на свои

объекты без полного набора материалов. Виктор решил, что нужно установить дежурство у склада, чтобы не прозевать прибытие машины. «Жди теперь, когда машина возвратится с нужными материалами. За пол дня вряд ли успеем справиться с работой» - Игорь был настроен на работу, ему хотелось, чтобы его бригада быстрее справилась, но теперь все планы рушились. И тут его осенило. Он оставил ребят и быстрым шагом, почти бегом поспешил на склад. Через полчаса у его бригады было все необходимое.

#### **Задание.**

1. Разберите данную ситуацию, проведите анализ.
2. Какой способ решения проблемы нашел Игорь? Осуществите практически.
3. По какому пути пошли бы вы?
4. Пригодятся ли знания, полученные из данной ситуации, в вашей профессиональной деятельности?

### **2.3. Информационный материал.**

#### **Важнейшие природные соединения кальция**

Название минерала	Химическая формула (основной составной части)	Важнейшие месторождения
Известняк, мрамор, мел, ракушечник	$\text{CaCO}_3$	Широко распространен
Гипс	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Широко распространен
Фосфорит и апатит	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	Широко распространен
Доломит	$\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$	Широко распространен

#### **Кальций – углекислый**

Карбонат кальция  $\text{CaCO}_3$  - одно из самых распространенных на Земле соединений. Минералы на основе  $\text{CaCO}_3$  покрывают около 40 млн. км<sup>2</sup> земной поверхности. Мел, мрамор, известняки, ракушечники – все это  $\text{CaCO}_3$  с небольшими примесями, а кальцит чистый  $\text{CaCO}_3$ .

Самый важный из этих минералов – известняк. Известняки есть практически везде. Ракушечники – известняки органического происхождения. Знаменитые Одесские катакомбы – это бывшие каменоломни, в которых добывали ракушечник. Из известняков главным образом сложены и западные склоны Урала.

В чистом виде известняки – белого или светло-желтого цвета, но примеси придают им более темную окраску. Известняк незаменим в производстве цемента, карбида кальция, соды, всех видов извести (гашеной, негашеной, хлорной), белильных растворов и многих других полезных

веществ. Без известняка не обходится ни одно строительство. Во-первых, из него самого строят, во-вторых, из известняка делают многие строительные материалы.

Другая разновидность углекислого кальция – мел. Мел – это не только зубной порошок и школьные мелки. Его используют в бумажной и резиновой промышленности – в качестве наполнителя, в строительстве и при ремонте зданий – для побелки. При соприкосновении с кислотами мел «вскипает».

Третья разновидность карбоната кальция – мрамор – встречается реже. В строительстве мрамор (всех цветов и оттенков) используют не столько как конструкционный, сколько как облицовочный материал.

Доломит - важный огнеупорный материал и сырье для производства цемента.

### **Кальций – сернокислый**

Сульфат кальция  $\text{CaSO}_4$  тоже широко распространен в природе. Известный минерал гипс – это кристаллогидрат  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Как вяжущее, гипс используют уже много веков, чуть ли не со времен египетских пирамид. Но природному гипсу (гипсовому камню) несвойственна способность твердеть на воздухе и при этом скреплять камни. Это свойство гипс приобретает при обжиге. Если природный гипс прокалить при температуре не выше  $180^\circ\text{C}$ , он теряет три четверти связанной с ним воды. Получается кристаллогидрат состава  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ . Это алебастр, или жженый гипс, который используется в строительстве. Помимо вяжущих свойств у жженого гипса есть еще одно полезное свойство. Затвердевая, он немного увеличивается в объеме. Это позволяет получать хорошие слепки из гипса. В процессе твердения жженого гипса, смешанного с водой (гипсового теста), полторы молекулы воды, потерянные при обжиге, присоединяются, и снова получается гипсовый камень  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Если обжиг гипсового камня вести при температуре выше  $500^\circ\text{C}$ , получается безводный сернокислый кальций – «мертвый гипс». Он не может быть использован в качестве вяжущего. «Оживить» мертвый гипс можно. Для этого нужно прокалить его при еще более высоких температурах –  $900\text{...}1200^\circ\text{C}$ . Образуется так называемый гидравлический гипс, который, будучи замешанным с водой, вновь дает затвердевающую массу, очень прочную и стойкую к внешним воздействиям.

### **«Кипелка» и «пушонка»**

Еще в I в.н.э. Диоскорид – врач при римской армии – в сочинении «О лекарственных средствах» ввел для оксида кальция название «негашеная известь», которое сохранилось и в наше время. Строители ее называют «кипелкой» - за то, что при гашении выделяется много тепла, и вода

закипает. Образующийся при этом пар разрыхляет известь, она распадается с образованием пушистого порошка. Отсюда строительное название гашеной извести – «пушонка». Гашеная известь  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  – тонкий рыхлый порошок, обычно белого цвета. Поглощая углекислый газ из воздуха, гидроксид кальция превращается в карбонат кальция, проявляющий вяжущие свойства. В зависимости от количества воды, добавляемой к извести, гашение идет до получения пушонки, известкового теста, известкового молока или известковой воды. Все они нужны для приготовления вяжущих растворов.

## **+2** «Зеленая» химия» 11 класс

### **Кейс**

Совершенно очевидно, что без достижений химии, т.е. без эффективных лекарств, строительных материалов, новых видов топлива, минеральных удобрений и средств защиты растений, современное общество обойтись не может. Однако, несмотря на очевидные заслуги химии в улучшении качества жизни человека, в обществе прогрессирует хемофобия – отрицательное отношение к химии и ее проявлениям. Такое отношение отчасти оправдано – оно вызвано коптящими заводскими трубами, ядовитыми выхлопными газами, низкокачественными пищевыми добавками, отравлением водоемов, техногенными катастрофами.

Что же необходимо сделать, чтобы максимально снизить нагрузку на окружающую среду и минимизировать плату за прогресс в химической промышленности?

### **Задания**

1. Охарактеризуйте основные принципы «зеленой» химии. Какова их нравственная основа?
2. Прокомментируйте высказывание одного из основоположников «зеленой» химии Пола Анастаса о том, что лучшие химики занимаются «зеленой» химией, потому что «зеленая» химия – это просто часть занятий хорошей химией.
3. Приведите примеры используемых в промышленности каталитических процессов, позволяющих максимально снизить энергетические затраты. Составьте уравнения соответствующих реакций. Классифицируйте эти процессы с точки зрения возобновления ресурсов. Для процессов, использующих исчерпаемые ресурсы, предложите альтернативные способы получения продуктов, ориентированные на возобновляемое сырье.

4. Проанализируйте таблицу, в которой содержатся данные о количестве потерь на килограмм продукта - E-фактор - в различных отраслях химической промышленности, и определите, какая из них является наиболее эффективной с точки зрения значения E-фактора:

Промышленность	Количество тонн продуктов	Соотношение, кг (E) побочный продукт/нужный продукт
Нефтехимическая	$10^6$ - $10^8$	-0,1
Крупнотоннажная основная химия	$10^4$ - $10^6$	<1 - 5
Тонкая химия	$10^2$ - $10^4$	5 - 50
Фармацевтическая	$10^1$ - $10^3$	25 - 100+

Как вы можете объяснить эти данные?

На основании уравнения реакции обжига пирита рассчитайте степень утилизации в этой стадии получения серной кислоты. Предложите и обоснуйте иные способы получения оксида серы (IV), имеющие оптимальные значения E-фактора.

5. Используя различные информационные источники, в том числе Интернет, опишите, как достижения нанотехнологий позволят решить задачи, стоящие перед «зеленой» химией.

6. Спрогнозируйте и оцените возможности «зеленой» химии для устойчивого развития общества, а также экономические, социальные и иные проблемы, которые могут возникнуть в процессе реализации идей «зеленой» химии.

### Информационный материал

**Зелёная химия** (*Green Chemistry*) — научное направление в химии, к которому можно отнести любое усовершенствование химических процессов, которое положительно влияет на окружающую среду. Как научное направление, возникло в 90-е годы XX века.

Новые схемы химических реакций и процессов, которые разрабатываются во многих лабораториях мира, призваны кардинально сократить влияние на окружающую среду крупнотоннажных химических производств. Химические риски, неизбежно возникающие при использовании агрессивных сред, производственники традиционно пытаются уменьшить, ограничивая контакты работников с этими веществами.

В то же время, *Зелёная химия* предполагает другую стратегию — вдумчивый отбор исходных материалов и схем процессов, который вообще исключает использование вредных веществ. Таким образом, *Зеленая химия* — это своего рода искусство, позволяющее не просто получить

нужное вещество, но получить его таким путем, который, в идеале, не вредит окружающей среде на всех стадиях своего получения.

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, — поскольку их просто не образуется. Сокращение числа стадий ведет к экономии энергии, и это тоже положительно сказывается на экологической и экономической оценке производства.

В то время как Химия окружающей среды изучает источники, распространение, устойчивость и воздействие химических загрязнителей, **химия для окружающей среды** обеспечивает химические решения для того, чтобы избавиться от загрязнений. При этом существуют следующие возможные пути химических решений: 1. Уничтожить загрязнители, поступившие в окружающую среду; 2. Ограничивать их распространение, если они локальные; 3. Прекратить их производство — путем замены существующих способов получения химических продуктов на новые.

Первые два направления входят в область исследований Экологической химии; последнее направление представляет собой ту область, которой занимается **Зеленая химия**.

В 1998 году П. Т. Анастас и Дж. С. Уорнер в своей книге «*Зеленая химия: теория и практика*» сформулировали двенадцать принципов «Зеленой химии», которыми следует руководствоваться исследователям, работающим в данной области:

- 1. Лучше предотвратить потери, чем перерабатывать и чистить остатки.*
- 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 расходные 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 риск химической опасности, включая утечки, взрыв и пожар, были минимальными.*

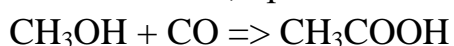
Е. С. Локтева и В. В. Лунин добавили к этому списку дополнительный, 13-й принцип: *Если вы делаете все так, как привыкли, то и получите то, что обычно получаете.*

Пути, по которым развивается зелёная химия, можно сгруппировать в следующие направления: Новые пути синтеза (часто это реакции с применением катализатора); Возобновляемые источники сырья и энергии (то есть полученные не из нефти); Замена традиционных органических растворителей.

В 2005 году Р. Найори выделил три ключевых направления развития *Зелёной химии*: использование сверхкритического CO<sub>2</sub> в качестве растворителя, водного раствора перекиси водорода в качестве окислителя, и использование водорода в асимметрическом синтезе.

### **Новые пути синтеза**

Наиболее распространенный — использование катализатора, который снижает энергетический барьер реакции. Некоторые из новейших каталитических процессов обладают очень высокой атомной эффективностью. Так, например, процесс синтеза уксусной кислоты из метанола и СО на родиевом катализаторе, разработанный фирмой Монсанто, протекает со 100 % выходом:



Другое направление — использование локальных источников энергии для активации молекул (фотохимия, микроволновое излучение), позволяющих снизить затраты энергии.

### **Замена традиционных органических растворителей**

Большая надежда возлагается на использование сверхкритических жидкостей (в основном, углекислый газ и вода, в меньшей степени — аммиак, этан, пропан и др.)

Сверхкритический  $\text{CO}_2$  уже широко применяется в качестве безвредного, экологически чистого растворителя — например, для экстракции кофеина из кофейных зёрен, эфирных масел из растений и в качестве растворителя для некоторых химических реакций.

Другими примерами являются реакции окисления, протекающие в сверхкритической воде, реакции, протекающие в водной эмульсии, а также реакции без растворителей (включая твердофазные реакции).

Еще одно перспективное направление это использование ионных жидкостей. Они представляют собой жидкие соли при низких температурах. Это новый класс растворителей, которые не имеют давления насыщенного пара и поэтому не испаряются и не являются горючими. Имеют очень хорошую способность растворять широкие гаммы веществ, в том числе и биополимеры. Их возможное количество виртуально не ограничено, и они могут быть получены с любыми заданными наперед свойствами. Кроме того, они могут быть получены из возобновляемых источников, быть не токсичными и не опасными для окружающей среды и человека.

### **Возобновляемые исходные реагенты**



Биоразлагаемые одноразовые стаканы, сделанные из полилактида.

Ещё один путь, ведущий к целям «зеленой химии», — широкое использование биомассы вместо нефти, из которой химические предприятия творят сейчас все многообразие веществ — конструкционные материалы, химикаты, лекарства, парфюмерию и многое, многое другое.

С 70-х годов XX века в Бразилии, ЕС, Китае, США и других странах построено множество заводов, которые сегодня дают порядка 75 млрд. л или около 60 млн. т топливного спирта (данные 2009 г.), полученного биотехнологическим путём из сахарного тростника, кукурузы, свеклы, патоки и других источников. Также быстро растет производство эфирных жирных кислот ("биодизеля") и, в последнее время, целлюлозного этанола.

Работает несколько мощных заводов по получению молочной кислоты из глюкозы, полученной из мелассы и отходов целлюлозы.

Производительность такого предприятия близка к теоретической: из килограмма глюкозы производится килограмм молочной кислоты. Полученная дешёвая молочная кислота и ее ангидрид (лактид) далее используются в производстве биоразлагаемого полимера — полилактида.

К целям зелёной химии относится также разработка путей эффективного использования такого сырья, как лигнин, который пока не нашёл широкого применения.

### **Биотехнология**

Биоинженерия также рассматривается в качестве перспективной техники для достижения целей Зелёной химии. Ряд промышленно важных химических соединений может быть синтезирован с высокими выходами с помощью биологических агентов (микроорганизмов, вирусов, трансгенных растений и животных).

## **+3 Кейс «Счастье на свалке» 11 класс**

Лаборатории одного химического комбината, производящего красители, постоянно не хватало денег. Каждые сутки эта лаборатория обязательно проводила пробы на качество химических реагентов. Одна из таких проб предусматривала прокаливание порошка в большой пустотелой спирали из кварцевого стекла. После проведения анализа спираль приходилось выбрасывать, т. к. внутри нее намертво прилипал нерастворимый спеченный порошок наподобие пемзы.

Кварцевая спираль имеет продольное отверстие диаметром 5 мм по всей длине. Диаметр витков спирали – около 200 мм, количество витков – 20. Каждая спираль стоит примерно тысячу долларов и закупается в Европе. Только за год выбрасывали «на свалку» 365 тысяч долларов!

У новаторов на комбинате появилась идея: «А если чистить спирали упругой стальной проволокой?» Попробовали.

Оказалось: тонкая стальная проволока, имеющая острый расплющенный конец, разрыхляет осадок внутри спирали и он легко высыпается. А спираль можно использовать повторно, как новую!

Но выяснилось, что проволокой можно чистить только 1–2 витка: проволока пружинит, застревает в витках и «рыхление осадка» прекращается. Пробовали применять разные (по упругости и толщине) проволоки, тросики, однако прочищали лишь несколько витков.

Комбинат по-прежнему закупал дорогие спирали и нес «оправданные» убытки на лабораторные исследования.

Эту задачу сам руководитель этой химической лаборатории.

Вместо проволоки внутрь отверстия насыпали немного мелких железных опилок и с помощью магнита, расположенного снаружи, стали перемещать и вращать опилки в каналах спирали. Острые опилки очистили прикипевший порошок, и спирали стали использовать многократно.

Хорошо, что на комбинате не успели ликвидировать свалку с использованными спиралями! А их там скопилось пару тысяч.

### **Литература:**

1. В. В. Еремин, Н. Е. Кузьменко, В. В. Лунин. А. А. Дроздов, В. И. Теренин «Химия 8-11 классы», Учебники для общеобразовательных учреждений, Москва, Дрофа, 2013.
2. Соловьев Ю. Н. История химии. Развитие химии с древнейших времен до конца XIX века: Пособие для учителя. Москва, Просвещение, 1983 г.
3. Титова И. М. Вещества и материалы в руках художника: Пособие для учителя. Москва, МИРОС, 1994 г.
4. Шульпин Г. Б. Химия для всех. Москва, Знание, 1987 г.
5. Энциклопедия для детей. Том 17: Химия. Москва, Аванта +, 2000 г.
6. Энциклопедия для детей. Том 19: Экология. Москва, Аванта +, 2001 г.
7. DVD –диск «Вода» (документальный фильм)
8. Википедия: свободная энциклопедия.