

# ХИМИЯ

ИЗДАЕТСЯ С 1992 г.  
№ 16 (830)

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ ХИМИИ И ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ  
him.1september.ru

## Естествознание и методы познания естественного мира

– материал для уроков  
курса «Естествознание»  
в 10 классах

**с. 14**

## Информационно- исследовательский проект учащихся 11 класса

– о простых  
и сложных углеводах,  
полисахаридах

**с. 37**

## ❖ Общие химические свойства металлов

### ❖ О гидролизе солей

– разработки уроков  
на конкурс и из опыта работы  
для подготовки к ЕГЭ

**с. 28, 34**

## Великий сын России :

– к 300-летию  
со дня рождения  
М.В.Ломоносова

**с. 50**

## Корзина пестрых фактов в современной химии

– как «управлять» веществом:  
для самых смелых на  
факультативных занятиях

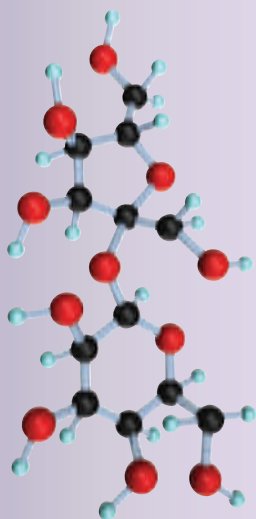
**с. 3**

издательский  
дом  
1september.ru

# Первое сентября

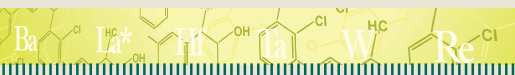
ноябрь  
2011

ХИМИЯ Подписка: Роспечать – 32034 (бумажная версия), 26121 (электронная); Почта России – 79151 (бумажная версия), 12765 (электронная)



Модель молекулы сахарозы

ХИМИЯ | ноябрь | 2011



## Читайте в номере

### ХИМИЯ

Учебно-методический журнал для учителей химии и естествознания

Издание основано в 1992 г.  
Выходит один раз в месяц

#### РЕДАКЦИЯ:

Гл. редактор: О.Г.Блохина  
Редакторы: Т.В.Богатова,  
О.Р.Валединская,  
Н.В.Человская

Дизайн: И.Е.Лукьянов  
Верстка: С.В.Сухарев  
Графика: Д.В.Кардановская  
Корректор: Е.Е.Полячек  
Набор: М.В.Королева  
Фото: фотобанк Shutterstock,  
если не указано иное

Журнал распространяется по подписке  
Цена свободная Тираж 3000 экз.  
Тел. редакции: (499) 249-0468  
Тел./факс: (499) 249-3138  
E-mail: [him@1september.ru](mailto:him@1september.ru)  
<http://him.1september.ru>  
© Химия, 2011. При перепечатке ссылка  
на журнал «Химия» обязательна.  
Редакция не несет ответственности за содержание  
и оформление рекламных объявлений

#### ПОДПИСНЫЕ ИНДЕКСЫ:

Роспечать:  
32034 (бумажная версия)  
26121 (электронная)  
Почта России:  
79151 (бумажная версия)  
12765 (электронная)

ЛЕТОПИСЬ ВАЖНЕЙШИХ ОТКРЫТИЙ  
М.М.Левицкий,  
Д.С.Перекалин  
КОРЗИНА ПЕСТРЫХ ФАКТОВ  
В СОВРЕМЕННОЙ ХИМИИ ..... 3


УЧЕБНИКИ. ПОСОБИЯ  
О.С.Габриелян,  
И.Г.Остроумов,  
С.А.Сладков,  
Н.С.Пурышева,  
В.И.Сивоглазов  
ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ И МЕТОДЫ  
ПОЗНАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО МИРА.  
Курс «Естествознание.  
10 класс» ..... 14

КО ДНЮ РОЖДЕНИЯ...  
К.Инюточкина,  
О.С.Кондаурова  
И ТЫ МОЖЕШЬ СТАТЬ УЧЕНЫМ!  
Познавательная игра ..... 25

ПОДГОТОВКА К ЕГЭ ПО ХИМИИ  
Л.П.Щербакова  
О ГИДРОЛИЗЕ СОЛЕЙ ..... 28

ОТ РЕДАКЦИИ  
ПОДПИСКА-2012..... 31  
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ ..... 62

В ПОМОЩЬ МОЛОДОМУ УЧИТЕЛЮ  
Е.И.Замбровская  
РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ В ФОРМИРОВАНИИ  
СОЦИАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ  
УЧАЩИХСЯ ..... 32

 К материалам, помеченным этим символом, есть дополнительные тексты и презентации на CD-диске, прилагаемом к этому номеру.

КОНКУРС «Я ИДУ НА УРОК»  
Т.М.Хамимбекова  
ОБЩИЕ ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА  
МЕТАЛЛОВ. Сценарий урока  
в 9 классе ..... 34

Е.П.Ким  
«СЛАДКАЯ ЖИЗНЬ» ПО ВСЕМ  
ПРАВИЛАМ. Информационно-  
исследовательский проект учащихся  
11 химико-биологического  
класса ..... 37


ХИМИЯ В ШКОЛЕ И ДОМА  
О.Д.-С.Кендиван,  
А.Н.Саая  
ПЛОХ ОБЕД, КОЛИ ХЛЕБА НЕТ.  
Проблемно-творческие задачи.  
Химизм хлеба ..... 47

ИЗ ОПЫТА РАБОТЫ  
Н.А.Безымянных  
ВЕЛИКИЙ СЫН РОССИИ.  
Интеллектуальный марафон,  
посвященный 300-летию со дня  
рождения М.В.Ломоносова ..... 50

КРОССВОРДЫ  
ОТВЕТЫ НА «ХИМИЧЕСКИЙ  
КРОССВОРД» ..... 62

ОТВЕТЫ НА КРОССВОРД  
«ЭЛЕМЕНТЫ, ВЕЩЕСТВА И ...» ..... 62

ГАЛЕРЕЯ ИЗВЕСТНЫХ ХИМИКОВ  
НИКОЛАЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ  
ФИГУРОВСКИЙ (1901–1986) ..... 63

 Уважаемые подписчики бумажной версии журнала «Химия»!  
Теперь вы можете получать и электронную версию нашего журнала. Для этого:  
1. Зайдите на интернет-сайт [www.1september.ru](http://www.1september.ru)  
2. Зарегистрируйте личный кабинет (если у вас его еще нет)  
3. В личном кабинете в разделе «Издания/Коды доступа» введите код SE-74488-52578

**ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ  
«ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ»**

Главный редактор:  
Артем Соловейчик  
(генеральный директор)  
Коммерческая деятельность:  
Константин Шмарковский  
(финансовый директор)  
Развитие, IT и координация проектов:  
Сергей Островский  
(исполнительный директор)  
Реклама и продвижение:  
Марк Сартан  
Мультимедиа, конференции  
и техническое обеспечение:  
Павел Кузнецов  
Производство:  
Станислав Савельев  
Административно-хозяйственное обеспечение:  
Андрей Ушков  
Главный художник: Иван Лукьянов  
Педагогический университет:  
Валерия Арсланьян  
(ректор)

**ЖУРНАЛЫ  
ИЗДАТЕЛЬСКОГО ДОМА:**

**Английский язык** – гл. ред. А.Громушкина,  
**Библиотека в школе** – гл. ред. О.Громова,  
**Биология** – гл. ред. Н.Иванова,  
**География** – гл. ред. О.Коротова,  
**Дошкольное образование** –  
гл. ред. М.Аромштам,  
**Здоровье детей** – гл. ред. Н.Семина,  
**Информатика** – гл. ред. С.Островский,  
**Искусство** – гл. ред. М.Сартан,  
**История** – гл. ред. А.Савельев,  
**Классное руководство и воспитание  
школьников** – гл. ред. О.Леонтьева,  
**Литература** – гл. ред. С.Волков,  
**Математика** – гл. ред. Л.Рослова,  
**Начальная школа** – гл. ред. М.Соловейчик,  
**Немецкий язык** – гл. ред. М.Бузова,  
**Русский язык** – гл. ред. Л.Гончар,  
**Спорт в школе** – гл. ред. О.Леонтьева,  
**Управление школой** – гл. ред. Я.Сартан,  
**Физика** – гл. ред. Н.Козлова,  
**Французский язык** – гл. ред. Г.Чесновицкая,  
**Химия** – гл. ред. О.Блохина,  
**Школьный психолог** – гл. ред. И.Вачков

Газета «Первое сентября» – гл. ред. Е.Бирюкова

**УЧРЕДИТЕЛЬ:  
ООО «ЧИСТЫЕ ПРУДЫ»**

Зарегистрировано  
ПИН № ФС77-44317 от 18.03.11  
в Министерстве РФ  
по делам печати  
Подписано в печать:  
по графику 10.10.11,  
фактически 10.10.11  
Заказ №  
Отпечатано в ОАО «Чеховский  
полиграфический комбинат»  
ул. Полиграфистов, д. 1,  
Московская область,  
г. Чехов, 142300

**АДРЕС РЕДАКЦИИ  
И ИЗДАТЕЛЯ:**

ул. Киевская, д. 24,  
Москва, 121165  
Тел./Факс: (499) 249-3138  
Отдел рекламы:  
(499) 249-9870  
Сайт: 1september.ru

**ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ПОДПИСКА:**

Телефон: (499) 249-4758  
E-mail: podpiska@1september.ru

**Dr.WEB®** Документоборот Издательского дома «Первое  
сентября» защищен антивирусной программой Dr.Web

# Корзина пестрых фактов в современной ХИМИИ

**М.М.ЛЕВИЦКИЙ,  
Д.С.ПЕРЕКАЛИН**

Современная химия достигла такого уровня, когда исследователи не только изучают закономерности, продиктованные Природой, но и пытаются их преодолеть, иными словами, стараются научиться «управлять» веществом.

## РАСПЛЮЩИТЬ УГЛЕРОДНУЮ ПИРАМИДКУ

*Чрезмерная теснота не только сближает, но и плющит.*  
Юрий Татаркин



<http://www.instan.spb.ru/images/products-big/Table-hydraulic-press-PGN8.jpg>

Если атом углерода имеет четыре заместителя, то его химические связи направлены к вершинам мысленного тетраэдра, причем он сам находится в центре этой пирамиды. Все углы H–C–H одинаковы и равны 109°28'. На рис. 1 изображены молекулы метана CH<sub>4</sub> и этана C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> (ребра тетраэдров показаны пунктирными линиями). Это именно то, что называют тетраэдрическим углеродом.

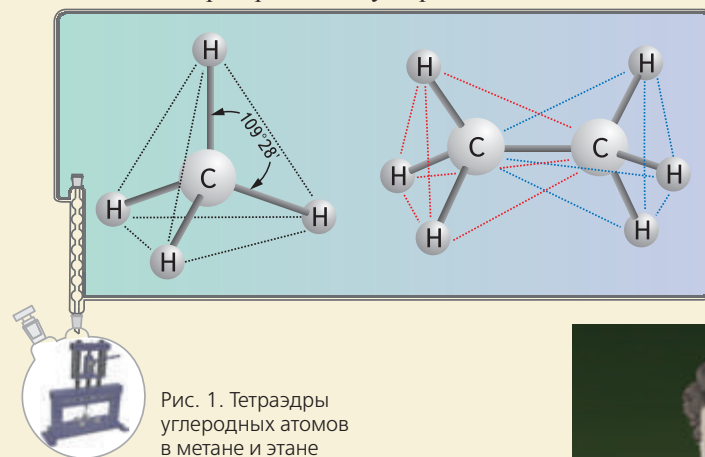


Рис. 1. Тетраэдры углеродных атомов в метане и этане

Заместители у атома углерода могут быть различными – не только H, но и галогены, NO или H<sub>2</sub>N-группы, однако тетраэдрическая конструкция сохраняется. С того момента, когда Я. Вант-Гофф (первый лауреат Нобелевской премии по химии, 1901 г.) предложил конструкцию,



Я. Вант-Гофф (1852–1911)

<http://www.nobeliat.ru/gallery/c1901/3.jpg>



показанную на рис. 1, где четырехзамещенный углерод имеет тетраэдрическую форму, этот факт считался непреложной истиной. Исследования второй половины XX в. показали, что небольшие отклонения от тетраэдра можно наблюдать в тех случаях, когда атом С входит в состав напряженных трех- или четырехчленных циклов. Постепенно химиков стала привлекать идея расплющить такой тетраэдр и получить соединение, у которого все четыре связи атома С лежат в одной плоскости.

### Вставим атом в оконный переплет

Если в некоторых циклах, как было сказано ранее, происходит небольшая деформация тетраэдра, то надо поместить атом С внутрь такого цикла, в котором у него не останется иного выбора, как стать «плоским». Так созрела идея получить конструкцию, напоминающую оконный переплет (рис. 2), где в центре находится плоская крестовина. Эти гипотетические соединения назвали *фенестранами* (лат. *fenestre* – окно).

Синтезировать соединения, показанные на рис. 2, не удалось, однако близкие к ним по строению молекулы, содержащие узел «оконного переплета», были получены. Два примера показаны на рис. 3.

Это результаты сложных многостадийных синтезов; полученные молекулы оказались напряженными и потому весьма нестабильными, к тому же валентности центрального атома С не располагались в одной плоскости. Таким образом, чисто геометрический подход,

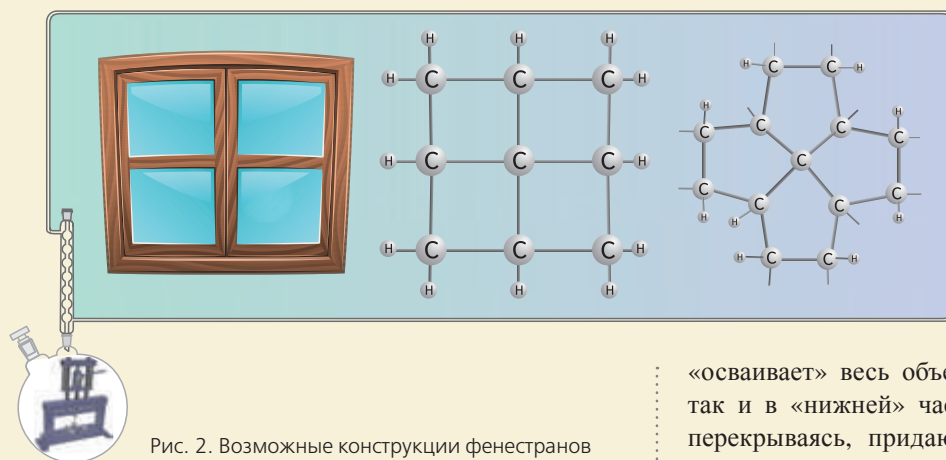


Рис. 2. Возможные конструкции фенестранов

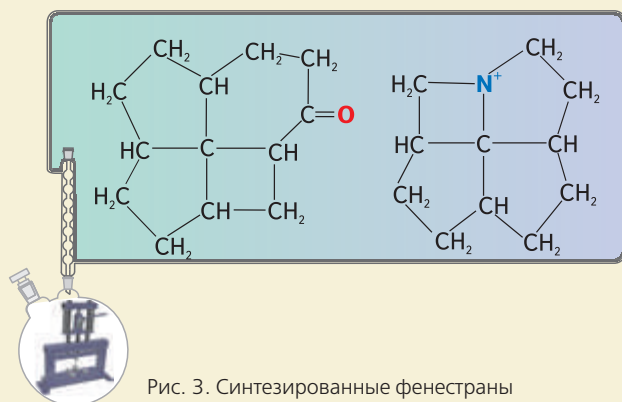


Рис. 3. Синтезированные фенестраны

основанный на формировании определенной жесткой конструкции, к успеху не привел. Решение было найдено иным путем.

### Сплющивание углеродного тетраэдра

Вначале вспомним, в каких случаях углерод имеет «плоское» окружение. Прежде всего, это – этилен, еще один из вариантов – бензол, именно на нем сосредоточим внимание (рис. 4). Все атомы, в том числе и атомы водорода, расположены в одной плоскости. В бензоле это результат сочетания двух условий – сопряжения (перекрывания) соседних орбиталей в

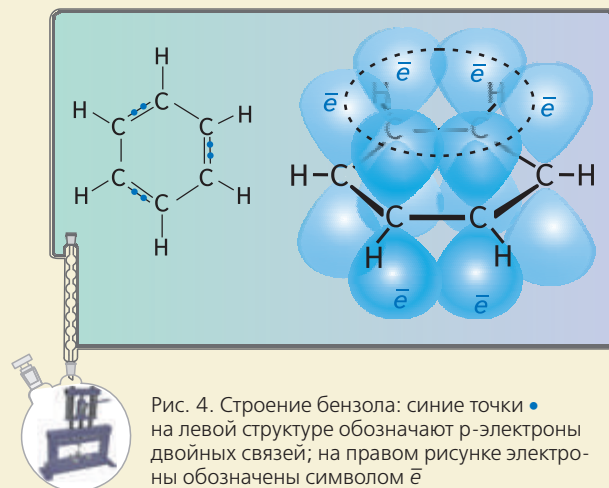


Рис. 4. Строение бензола: синие точки • на левой структуре обозначают  $p$ -электроны двойных связей; на правом рисунке электроны обозначены символом  $\bar{e}$

циклической молекуле и, одновременно, «нужного» числа участвующих  $p$ -электронов (в случае бензола их шесть). Напомним, что орбиталь – пространственная область пребывания электрона;  $p$ -орбитали имеют форму объемных восьмерок. Электрон, находясь на такой орбитали,

«осваивает» весь объем, находясь как в «верхней», так и в «нижней» части восьмерки. Эти орбитали, перекрываясь, дают молекуле ароматичность – простые и двойные связи усредняются и становятся одинаковыми, молекула приобретает дополнительную устойчивость.

Существуют ароматические циклы и с меньшим числом атомов, например циклопентадиенил-анион. У него пять атомов в цикле, но главное то, что молекула циклическая, и в сопряжении участвуют тоже шесть электронов (рис. 5). Одна из красных точек – это электрон, который оставил атому С ушедший протон  $H^+$ . В результате вся молекула приобрела отрицательный заряд, т.е. стала анионом. Все ароматические циклы и отходящие от них связи всегда лежат в одной плоскости.



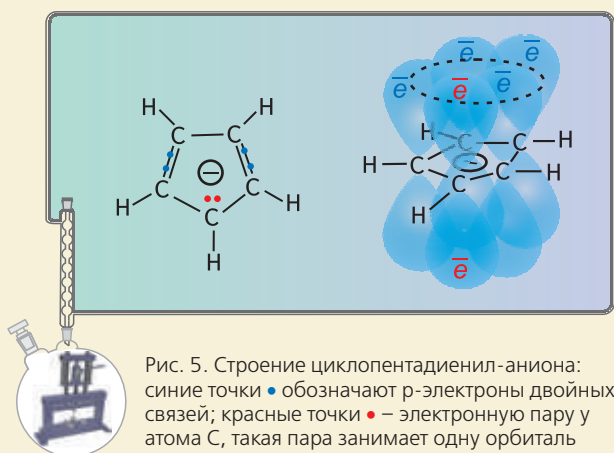


Рис. 5. Строение циклопентадиенил-аниона: синие точки • обозначают  $p$ -электроны двойных связей; красные точки • – электронную пару у атома C, такая пара занимает одну орбиталь

Число электронов, необходимых для образования циклической ароматической системы, определяется правилом Хюккеля: в сопряжении должно участвовать  $4n + 2$  электронов, где  $n$  – число натурального ряда (0, 1, 2, 3 и т.д.). Но если  $n = 0$ , то получается, что для образования ароматического цикла достаточно всего двух электронов. Такая молекула существует – это циклопропенил-катион. Если от хлорзамещенного циклопропена отщепить анион  $\text{Cl}^-$  (например, действием  $\text{SbCl}_5$ ), то образуется нужный циклический катион, содержащий всего два  $p$ -электрона (которые в циклопропене образовывали двойную связь).

В циклопропенил-катионе имеются две  $p$ -орбитали, каждая содержит по одному электрону, и еще освободившаяся пустая орбиталь у «нижнего» углерода, от которого  $\text{Cl}^-$  «унес» электрон. Три орбитали перекрываются; главное, что на них два электрона, т.е. именно столько, сколько требует правило Хюккеля. Трехчленный цикл становится ароматическим, все связи усредняются, молекула стабилизируется, а заряд (+) располагается не на конкретном атоме, а равномерно распределяется по всей молекуле (рис. 6).

Этот катион и навел химиков на мысль, что можно получить ароматический трехчленный цикл, заменив два атома углерода другими элементами, которые вполне могут быть и не связаны между собой простой химической связью (сопряжение их потом объединит). В таком случае надо брать элементы, которые образуют только одну химическую связь, очевидно, это щелочные металлы. Перечисленным условиям удовлетворяет, например, дилитийметан  $\text{H}_2\text{CLi}_2$ .

Именно такое соединение выбрал в 1970-е гг. Пауль фон Шлейер (*Paul von Schleyer*) (университет штата Джорджия, США) для теоретических расчетов. В результате он выяснил, что предполагаемый линейный вариант строения молекулы  $\text{Li}-\text{CH}_2-\text{Li}$  менее энергетически выгоден, нежели угловой, т.е. треугольная форма предпочтительнее. Очевидно, что образующийся треугольник тоже представляет собой ароматическую систему, подобную рассмотренному ранее циклопропенил-катиону, только дилитийметан – не ион, а нейтральная молекула. Впрочем, это не так существенно, важно лишь, чтобы три перекрывающиеся  $p$ -орбитали содержали нужное число электронов, т.е. два. Дилитийметан этим условиям полностью удовлетворяет: каждый из двух атомов лития отдает по одному электрону атому углерода, и  $p$ -орбиталь атома C с двумя электронами перекрывается с пустыми  $p$ -орбиталями атомов лития (рис. 7, см. с. 6).

Здесь процедура отличается от той, что была в случае циклопропенил-катиона, но конечный результат тот же – образование трехчленной ароматической молекулы. Ранее было сказано, что все ароматические циклы и отходящие от них связи всегда лежат в одной плоскости, следовательно, атомы H у C и атомы Li тоже должны лежать в одной плоскости. Таким образом, в дилитийметане находится долгожданный плоский углерод.

Напомним, что это итоги теоретических расчетов, которые желательно было подтвердить экспериментально.

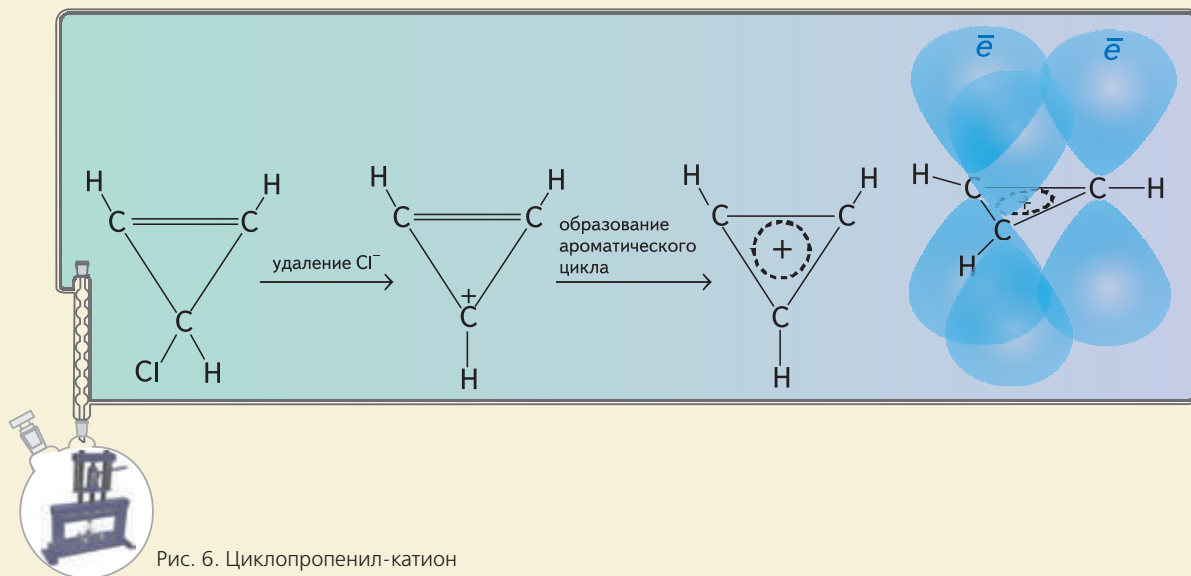


Рис. 6. Циклопропенил-катион

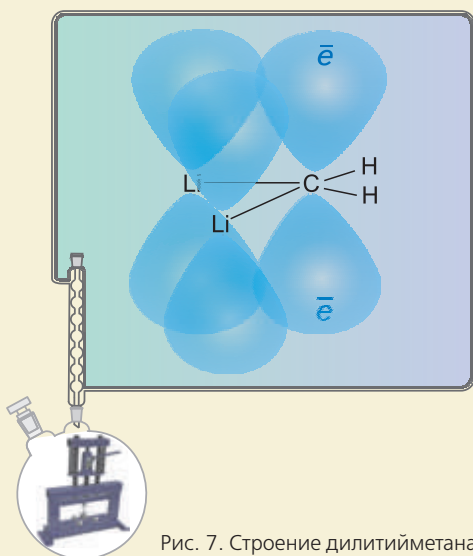
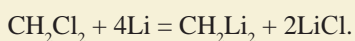


Рис. 7. Структура дилитийметана  $H_2Cl_2$

Химики, естественно, сразу обратили внимание на расчетные данные, после чего дилитийметан был синтезирован по схеме:



Однако он образовывал агрегаты из многих молекул  $[CH_2Cl_2]_n$ , и получить какие-либо экспериментальные подтверждения его структуры не удалось. Тем не менее, химики уже не сомневались, что все связи атома С в этом соединении лежат в одной плоскости.

Важная примета современной химии – теоретические расчеты указали химикам-синтетикам направление поисков.

### Все не так, как ожидали

Связи углерод–щелочной металл (в нашем случае С–Li) исключительно реакционноспособны, поэтому необходимо было каким-либо образом защитить их для того, чтобы получить устойчивое соединение и установить его структуру. Решающий шаг сделал в 2010 г. профессор Ноттингемского университета (Англия) Стефан Лиддл. Он решил укрыть атомы лития объемными координирующими молекулами (так называемыми лигандами). Синтез, состоящий всего из двух стадий, показан на рис. 8. Исходное соедине-



Стефан Лиддл (р. 1976 г.)

<http://www.nottingham.ac.uk/Chemistry/people/staff-images/stephenliddle.jpg>

– молекула метана (атом С выделен коричневым цветом), в котором два атома водорода замещены фосфорорганическими группами, имеющими N-содержащие «ветвистые хвосты». На первой стадии этот замещенный метан реагирует с *трет*-бутиллитием. Атом Н заменяется литием, причем литий сразу подтягивается к координирующим атомам азота и тем самым укрывается от внешнего воздействия.

На второй стадии полученное соединение взаимодействует вновь с тем же самым *трет*-бутиллитием. Второй атом Н замещается литием, при этом в реакционную смесь добавлен азотсодержащий лиганд  $Me_2N(CH_2)_2NMe_2$ , чтобы защитить этот атом лития.

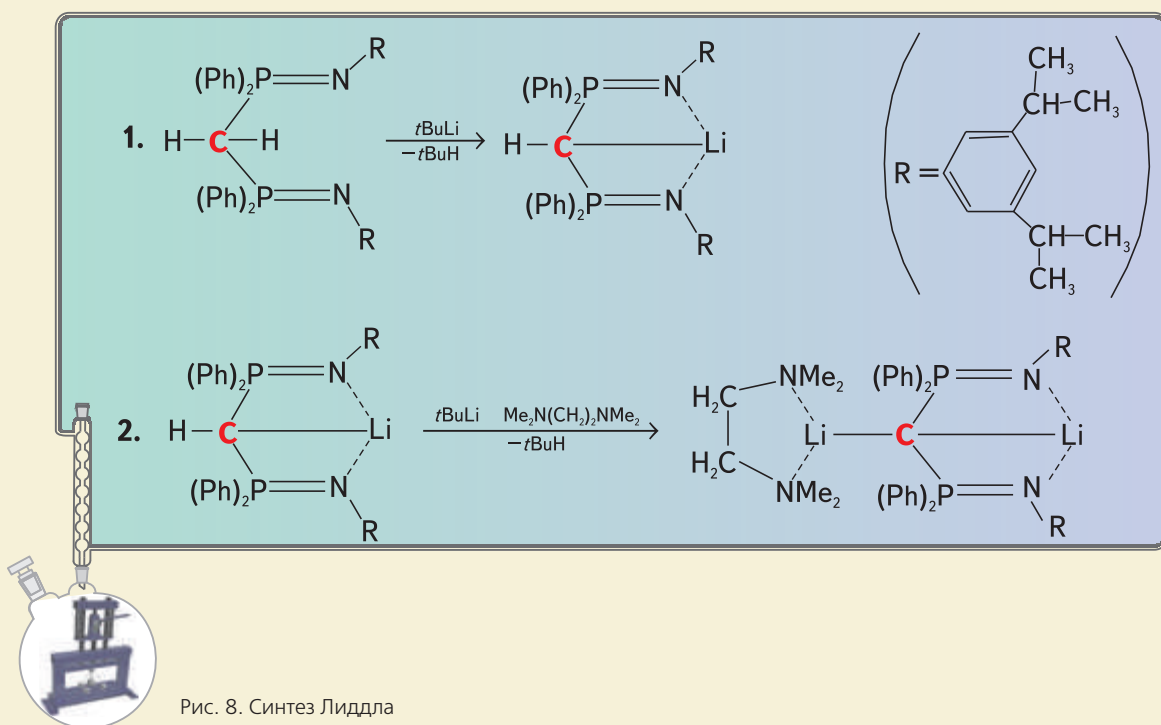


Рис. 8. Синтез Лиддла

Результат – молекула метана, у которого два водорода замещены литием, а два – атомами фосфора (с соответствующим объемным окружением).

Полученное соединение оказалось стабильным, и рентгеноструктурный анализ позволил увидеть его строение. Оказалось, что в молекуле нет ожидаемого «ароматического треугольника» Li–C–Li, показанного на рис. 7. Атомы Li и P, чередуясь, расположились в вершинах мысленного квадрата, показанного серым пунктиром (рис. 9). Каждый атом лития отдает углероду свой единственный электрон и остается с четырьмя пустыми орбиталями. *p*-Орбиталь углерода, приняв два электрона, перекрывается с наиболее энергетически выгодными *s*-орбиталями лития (имеющими сферическую форму). Именно это перекрывание стабилизирует молекулу.

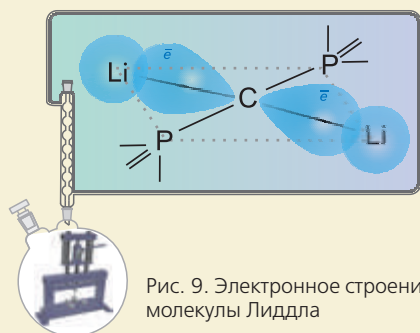


Рис. 9. Электронное строение молекулы Лиддла

Осталось решить самый главный вопрос: лежат ли все пять атомов (один C, два Li и два P) в одной плоскости. Рентгеноструктурный анализ дал однозначный ответ. На рис. 10 показано истинное расположение этих атомов. Угол Li–C–Li равен 161°, угол P–C–P 132°. Если бы молекула была плоской, то оба

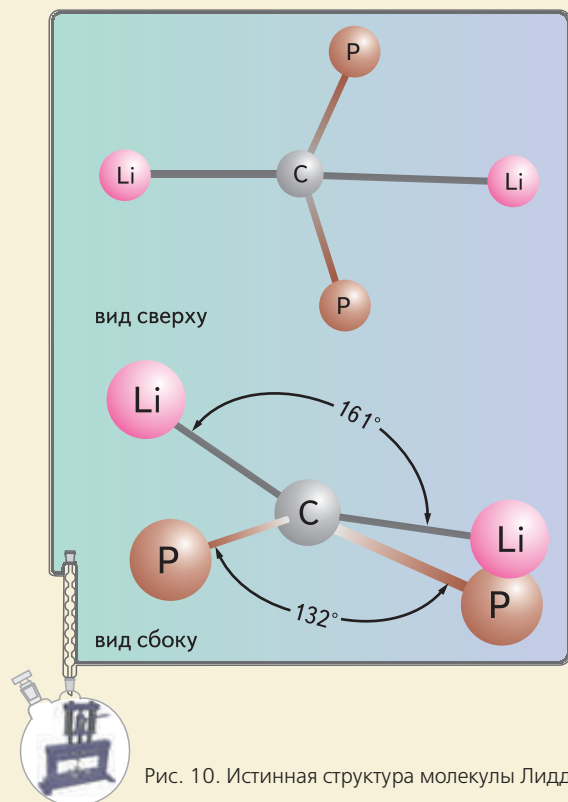


Рис. 10. Истинная структура молекулы Лиддла

угла были бы 180°. Таким образом получен «не совсем плоский» углерод. Тем не менее, при сравнении этой структуры со структурой метана (см. рис. 1), в котором все углы 109°, нельзя не оценить достижение Лиддла, сумевшего так мощно сплющить углеродную пирамидку.

Возникает вопрос, можно ли все же получить абсолютно плоский углерод? Есть все основания полагать, что обсуждавшийся ранее дилитийметан  $H_2CLi_2$ , скорее всего, абсолютно плоский, в нем дополнительно помогает сплющиванию ароматичность трехчленного цикла (молекула Лиддла все же заметно отличается от  $H_2CLi_2$  по составу). Вполне возможно, что вскоре кому-то удастся предложить свой способ, который позволит аккуратно стабилизировать отдельные молекулы дилитийметана (так, чтобы он не образовывал агрегаты), и затем надежно доказать его структуру.

### НОВАЯ «ЦАРСКАЯ ВОДКА»



*Внутри каждого из нас царская душа, каждый хочет, чтобы ему было все позволено, но не хочет быть жертвой чужого произвола.*

Луций Сенека-младший

Производители спиртных напитков, желая привлечь покупателей, дают различным сортам водки звучные имена, самое яркое, пожалуй, «Царская водка», что предполагает необыкновенные вкусовые качества. Такую водку можно увидеть на прилавках магазинов, но химиков от этого названия буквально передергивает, поскольку они знают, что это словосочетание означает нечто совсем неаппетитное – жидкость, растворяющую «царя металлов», т.е. золото (рис. 11).



Рис. 11. Ошибочное использование названия «Царская водка»

Химический символ ванадия V часто используют для обозначения водки, тогда для царской водки логично взять «усиленный» символ, т.е. вольфрам W. Именно он использован в эмблеме, помещенной в заголовке.



### Царская водка – не напиток

Царская водка появилась во времена алхимии; она представляет собой смесь трех объемных частей концентрированной соляной и одной объемной части концентрированной азотной кислот. Такая смесь превращает металлы в хлориды, причем не только те, на которые действуют эти кислоты в отдельности, но также золото и платину, нерастворимые в каждой из этих кислот.

Сама царская водка – не просто смесь кислот, это продукт их взаимодействия, в результате которой получают нитрозилхлорид и хлор (рис. 12).

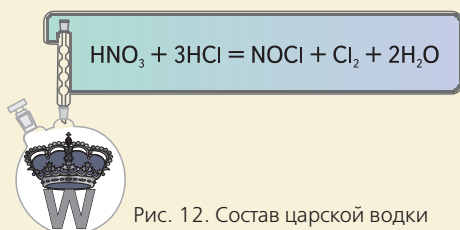


Рис. 12. Состав царской водки

Еще древние алхимики знали, что царская водка должна быть свежеприготовленной. Все дело в том, что при длительном хранении из нее улетучивается хлор, и она перестает «работать».

Два реагента, образовавшиеся в царской водке, взаимодействуют с металлическим золотом, переводя его в хлорид (рис. 13).

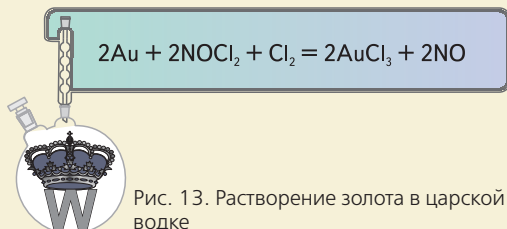


Рис. 13. Растворение золота в царской водке

Образовавшийся хлорид золота присоединяет молекулу HCl, образуя комплекс – тетрахлорзолотую кислоту  $\text{H}(\text{AuCl}_4)$  (рис. 14). В быту такой продукт называют «хлорным золотом», он кристаллизуется из водного раствора с четырьмя молекулами воды  $\text{H}(\text{AuCl}_4) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  в виде светло-желтых кристаллов.



Рис. 14. Тетрахлорзолотая кислота («хлорное золото»)

С платиной реакция протекает точно так же, только хлорид платины присоединяет не одну, а две молекулы HCl, давая платинохлористоводородную кислоту  $\text{H}_2(\text{PtCl}_6)$ , которая при концентрировании раствора образует красные кристаллы состава  $\text{H}_2(\text{PtCl}_6) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

Сразу отметим, что термин «растворение» здесь и далее мы используем условно, т.к. исторически сложилось – когда речь о царской водке, то употребляют термин «растворение». Если происходит истинное растворение, то после удаления растворителя соединение получают в том же виде, в каком оно было до растворения. В случаях, которые мы обсуждаем, металлы не просто растворяются, а переходят в хлориды. Итак, это химическая реакция, подобная, например, взаимодействию более активных металлов, например цинка или железа с соляной кислотой. Такие обычные металлы (назовем их нуль-валентными) исторически были объектом внимания неорганической химии: взаимодействие с кислотами, приводящее к получению солей; окисление металлов с образованием оксидов, сплавление с серой, дающее сульфиды, и т.д. Постепенно к реакциям, позволяющим переводить чистые металлы в их соединения, подключилась органическая химия.

### Металлы и органические растворители

В 1990-х гг. исследователями было обнаружено, что нуль-валентные металлы можно растворять в органических растворителях. Внешне это выглядит как «растворение» металла в кислоте, только вместо кислот используют органические соединения, что весьма необычно. Наиболее универсальной оказалась пара (смесь) диметилсульфоксид (ДМСО)  $\text{Me}_2\text{S}=\text{O}$  – четыреххлористый углерод  $\text{CCl}_4$ . Такая смесь способна растворять Co, Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd, Mo, W. Вместо ДМСО с таким же успехом можно использовать диметилформамид (ДМФА)  $\text{Me}_2\text{N}-\text{C}(\text{O})\text{H}$ . В результате образуются комплексы хлорида металла с ДМФА, что показано на примере растворения меди (рис. 15). Состав такого комплекса можно изобразить компактно  $(\text{CuCl}_2)_2(\text{DMFA})_4$ .

Принцип одновременного действия двух растворителей понятен:  $\text{CCl}_4$  – галогенирующий агент, а ДМФА, образуя комплекс, удерживает полученное соединение в растворе.

Растворение проходит более своеобразно, если вместо ДМФА взять формамид (ФА) – амид муравьиной кислоты  $\text{H}_2\text{N}-\text{C}(\text{O})\text{H}$ . В присутствии кислорода воздуха он играет роль не только комплексообразователя, но и реагента, т.е. взаимодействует с медью,

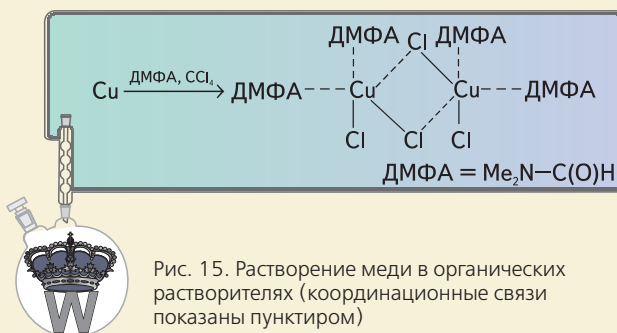


Рис. 15. Растворение меди в органических растворителях (координационные связи показаны пунктиром)

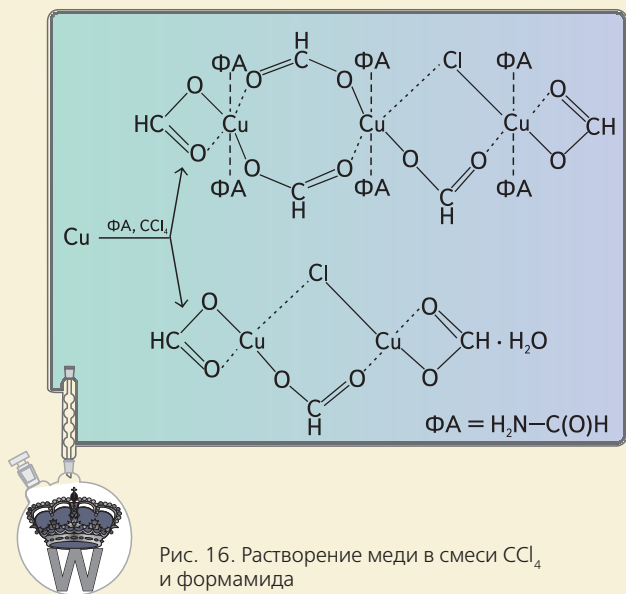
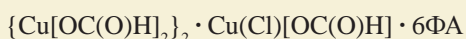


Рис. 16. Растворение меди в смеси  $\text{CCl}_4$  и формамида

образуя медную соль муравьиной кислоты (рис. 16). Реакция протекает не однозначно, образуются различные комплексы, представляющие собой смешанный хлорид-формиат и формиат меди (формиаты – соли муравьиной кислоты). Во втором из показанных вариантов участие формамида в роли комплексобразователя даже не потребовалось, соединение и без этого может находиться в растворе. При компактном изображении эти комплексы представляют собой



и



Благородные металлы тоже не устояли. При действии на золото смеси диметилсульфоксида  $\text{Me}_2\text{S}=\text{O}$  (ДМСО) и бутилбромидом  $\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}$  образуется  $\text{AuBr}_3$  (рис. 17).

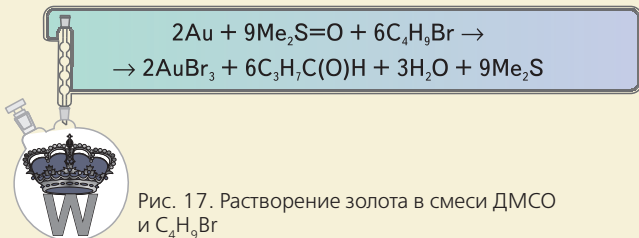


Рис. 17. Растворение золота в смеси ДМСО и  $\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}$

ДМСО (наряду с  $\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}$ ) участвует в качестве реагента, а его избыток удерживает получившуюся соль золота в растворе за счет комплексобразования.

При замене одного из «растворяющих» компонентов –  $\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}$  – бромоводородом  $\text{HBr}$  растворение металла проходит более эффективно, пара ДМСО– $\text{HBr}$  растворяет также палладий и платину.

### Иные растворители – новые возможности

В 2010 г. профессор К.П.Вонг (Технологический институт, штат Джорджия, США) совместно с коллегами нашел новый способ переводить в раствор благородные металлы. Вначале он обнаружил, что золото растворяется в смеси пиридина  $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$  и тионилхлорида  $\text{Cl}_2\text{S}=\text{O}$ . Молекулы пиридина образуют катион из трех соединенных молекул, который объединен со знакомым нам уже анионом  $\text{AuCl}_4^-$  (рис. 18). Последующие эксперименты показали, что такая система растворяет и другие благородные металлы. Вместо пиридина можно использовать диме-



Профессор К.П.Вонг

<http://www.epkgmat.gatech.edu/images/wong-pic.jpg>

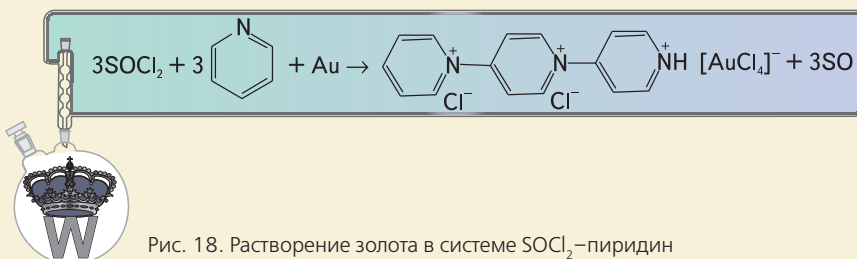


Рис. 18. Растворение золота в системе  $\text{SOCl}_2$ –пиридин

тилформамид (ДМФА), пиазин  $\text{N}_2(\text{CH}_2)_4$  и некоторые другие соединения, но тионилхлорид оказался незаменимым компонентом.

Напомним еще раз, что авторы этих работ употребляют термин «растворение» условно, на самом деле происходит окисление нуль-валентного металла, так что точнее будет сказать – окислительное растворение.

Основное достоинство новых систем состоит в том, что изменение состава позволяет «настроить» их на определенный металл. Например, в смеси  $\text{SOCl}_2$ –ДМФА растворяется только золото, а палладий и платина не растворяются. Композиция  $\text{SOCl}_2$ –пиридин растворяет золото и палладий, но не платину. При изменении условий (температура, длительность процесса) реализуется более тонкое разделение металлов. Все это может быть использовано при очистке благородных металлов от примесей, извлечение их из отслуживших свой срок деталей электроники или отработанных катализаторов. Новая технология может быть также использована в процессах избирательного формирования нанопокровов.

Найденные новые композиции  $\text{SOCl}_2$ –органическое соединение представляют собой удобную и к тому же безопасную замену традиционной царской водки, которая, не разбираясь, растворяет все подряд.

## ВОДОРОДНАЯ КАРУСЕЛЬ



Нам теперь – имей в виду! –  
Надо быть с толпой в ладу:  
Деспотизм сейчас не в моде,  
Демократия в ходу.  
Уезжал бы ты отсель  
В энтот... как его...  
в Брюссель,  
Раз такая происходит,  
Извиняюсь, карусель!  
Леонид Филатов,  
«Про Федота-стрельца»

Фундамент всей органической химии – это углеводороды – вещества, в которых все атомы углерода в молекуле окружены атомами водорода. Химическая связь C–H очень типична для органической химии, она присутствует практически всегда и хорошо изучена.

Ближайший аналог углерода – кремний – тоже может образовывать связи с водородом Si–H, но только их свойства совсем не те, что у связей C–H. Электроотрицательность – способность притягивать к себе электроны – у кремния ниже, чем у углерода, поэтому электроны связи Si–H сдвинуты к водороду. Такой сдвиг обозначают значком δ (дельта) с плюсом или минусом, например Si<sup>δ+</sup>–H<sup>δ-</sup>. Если оторвать от кремния атом H, то он уйдет в виде аниона H<sup>-</sup>, а кремний останется в виде катиона Si<sup>+</sup>.

Существуют реагенты, которые могут забрать H<sup>-</sup> у кремния, например соединение [Ph<sub>3</sub>C]<sup>+</sup>[B(C<sub>6</sub>F<sub>5</sub>)<sub>4</sub>]<sup>-</sup>. Происходит это следующим образом (рис. 19): катионная часть [Ph<sub>3</sub>C]<sup>+</sup> комплекса забирает у кремния H<sup>-</sup>, а анион [B(C<sub>6</sub>F<sub>5</sub>)<sub>4</sub>]<sup>-</sup> остается неизменным, только у него теперь уже другой противоион.

Напомним, что в реакционной смеси катион не существует без аниона или анион без катиона, но в схемах реакции иногда показывают только тот ион, с которым происходят интересные превращения.

Самое любопытное происходит, если рядом с «обнаженным» атомом кремния Si<sup>+</sup> окажется другой атом со связью Si–H как, например, в молекуле, показанной на рис. 20. Атом Si<sup>+</sup> потянет на себя атом водорода от соседа, но полностью оторвать не сможет. Атом H (выделен красным цветом) окажется в равноправном совместном владении двух атомов Si, что обозначено

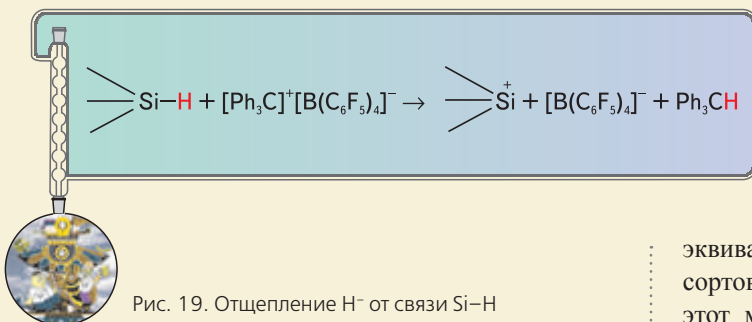


Рис. 19. Отщепление H<sup>-</sup> от связи Si–H

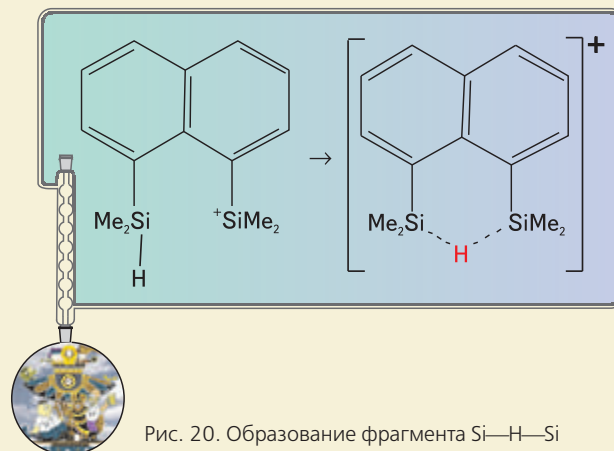


Рис. 20. Образование фрагмента Si—H—Si

пунктирными связями. Атомы кремния становятся совершенно одинаковыми по своему положению и окружению (такие атомы называют структурно эквивалентными). В результате положительный заряд потеряет свое конкретное место, поэтому молекулу помещают в квадратные скобки и указывают, что это катион (+).

Чтобы не загромождать рисунок, обычно используют не обе квадратные скобки, включающие ион, а только часть правой скобки, и рядом указывают знак заряда. Далее именно так мы и будем поступать.

Что произойдет, если у триады Si---H---Si окажутся еще соседи со связями Si–H? Такое сумел реализовать наш соотечественник профессор Г.И.Никонов, работающий сейчас в Канаде (а совсем не в Брюсселе, как сказано в эпиграфе ☺). Он заместил все атомы H в бензоле группами Me<sub>2</sub>SiH, а затем отщепил H<sup>-</sup> от одного из атомов кремния.



Профессор Г.И.Никонов

Вначале произошло то, что можно было ожидать: точно так же, как показано на рис. 20, атом H в соседней группе Si–H подтянулся к атому Si<sup>+</sup> (рис. 21, см. с. 12).

Интересно, что на этом процесс не остановился. Один атом H на два атома Si в группировке Si---H---Si создал некую «неуютность». Каждому атому кремния хочется иметь свой персональный атом H, и участники триады Si---H---Si подтянули к себе водородные атомы от соседей, но в равноправное владение их заполучить не удалось, поэтому одна связь показана пунктиром, а вторая – обычным штрихом (рис. 22, см. с. 11).

Возникает естественный вопрос, как Никонов узнал, что молекула находится в таком необычном состоянии? Существует удобный спектральный метод ядерно-магнитного резонанса (ЯМР), который «чувствует» неэквивалентность атомов и даже показывает, сколько сортов неодинаковых атомов в веществе. Чаще всего этот метод применяют для наблюдения за атомами



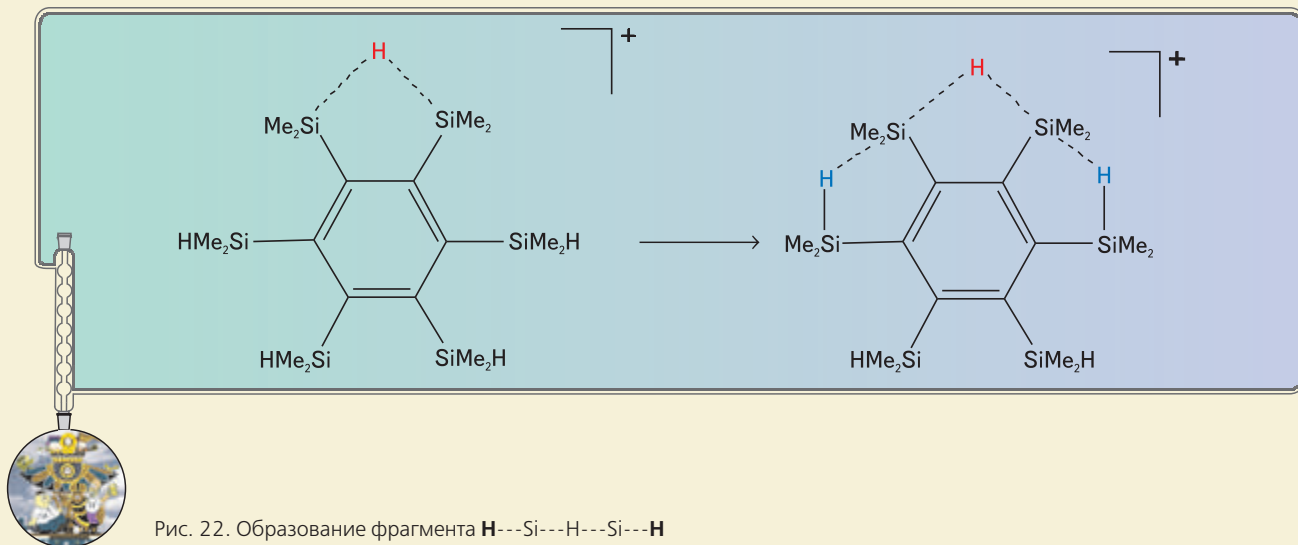


Рис. 22. Образование фрагмента  $\text{H} \cdots \text{Si} \cdots \text{H} \cdots \text{Si} \cdots \text{H}$

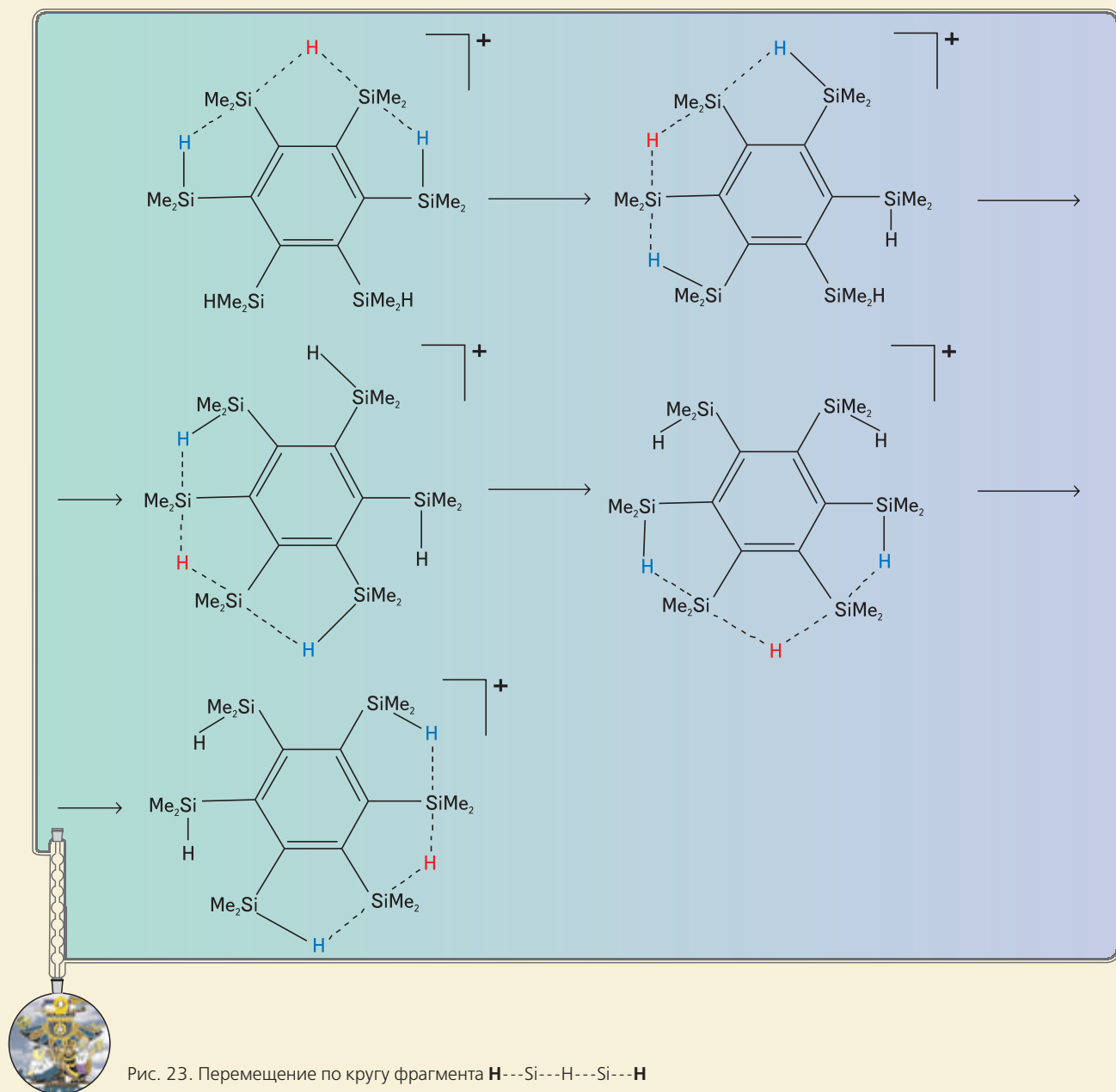
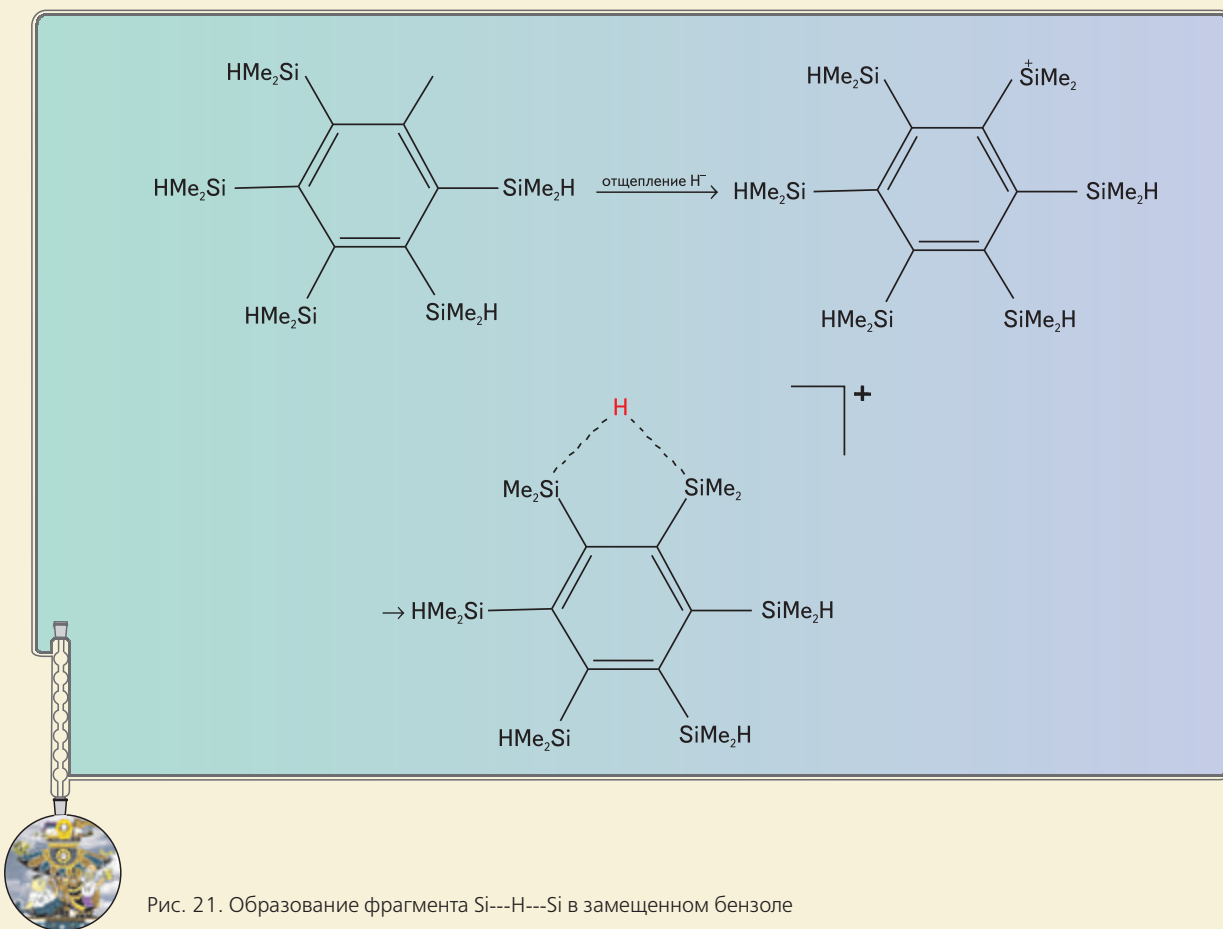


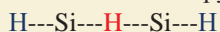
Рис. 23. Перемещение по кругу фрагмента  $\text{H} \cdots \text{Si} \cdots \text{H} \cdots \text{Si} \cdots \text{H}$



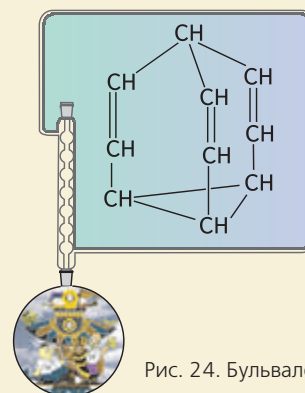
водорода. На рис. 22 мы видим, что присутствуют три «сорта» атомов H в связях Si—H: красный, два синих и два черных. Это та самая структурная неэквивалентность, о которой было сказано ранее. На спектре ЯМР были обнаружены именно три сигнала, причем в количественном соотношении 1:2:2, т.е. метод ЯМР буквально их пересчитал. Кстати, атомы H в метильных группах CH<sub>3</sub> тоже видны, но в совсем другой части спектра. Этот спектр был получен при –80 °С.

Самое интересное произошло, когда такой спектр сняли при комнатной температуре. Получили всего один сигнал для атомов H, связанных с Si, т.е. все они стали структурно эквивалентными. Дело в том, что при повышении температуры в эту «игру» включились все атомы кремния, расположенные вокруг бензола. Фрагмент H---Si---H---Si---H стал быстро перемещаться по кругу (рис. 23, см. с. 11). Эта «карусель» вращается столь быстро, что спектр не успевает зафиксировать каждое отдельное состояние и показывает усредненную картину, что и объясняет появление только одного сигнала в спектре.

Если бы состояние атомов H в группировке



можно было отметить лампочками разного цвета, то мы увидели бы перебегающие по кругу цветные огоньки. Но и без цветных лампочек воображения химика вполне достаточно, чтобы представить себе, насколько красив такой процесс.



По эффектности с полученной молекулой может сравниться, пожалуй, только бульвален (рис. 24), в котором двойные связи, треугольник и вершина (фрагменты CH) из-за быстро протекающих перегруппировок перемещаются по каркасу с высокой скоростью (подробнее о бульвалене см.: «Химия – Первое сентября», 2007, № 20).

В настоящее время молекула бульвалена утверждена в качестве эмблемы химического факультета в университете г. Карлсруэ (Германия), где она была впервые получена Герхардом Шредером. Может быть, молекула «Водородная карусель» со временем удостоится такой же чести на химическом факультете Университета им. И.Брока (г. Сент-Катаринс, Канада).



Общероссийский проект «Школа цифрового века» по комплексному обеспечению образовательных учреждений методической интернет-поддержкой разработан в соответствии с программой модернизации системы общего образования России и направлен на повышение профессионального уровня педагогических работников



## Общероссийский проект **Школа цифрового века**

Интернет-сопровождение проекта – Издательский дом «ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ»

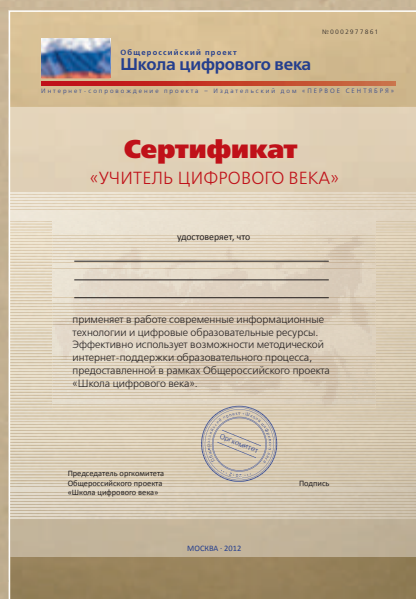
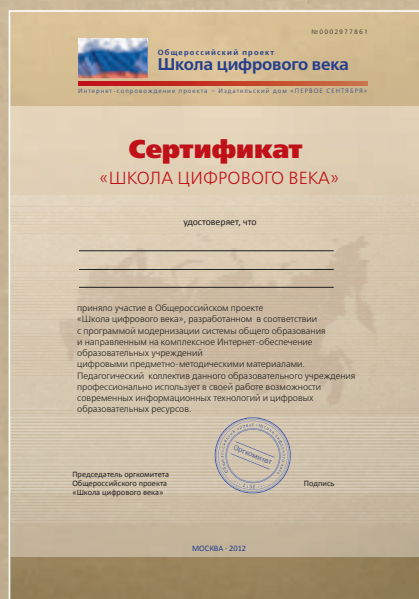
# Прием заявок продолжается!

С 1 января 2012 года каждое образовательное учреждение, участвующее в проекте «Школа цифрового века», получает неограниченный доступ к электронным предметно-методическим журналам Издательского дома «Первое сентября».

## Участвуйте в проекте всей школой!

Свежие номера журнала «ХИМИЯ» будут приходить в Ваш Личный кабинет на сайте [www.1september.ru](http://www.1september.ru) бесплатно!

## Станьте обладателем сертификата «Учитель цифрового века»!



Для образовательных учреждений, участвующих в проекте «Школа цифрового века» с 1 января по 30 июня 2012 года, оргвзнос – 2 тысячи рублей.

Коды доступа по числу педагогических работников предоставляются бесплатно.

Подробности на сайте  
[digital.1september.ru](http://digital.1september.ru)



Курс «Естествознание. 10 класс»

# Естествознание и методы познания естественного мира

О.С.ГАБРИЕЛЯН,  
И.Г.ОСТРОУМОВ,  
С.А.СЛАДКОВ,  
Н.С.ПУРЫШЕВА,  
В.И.СИВОГЛАЗОВ

В первых параграфах учебника (§§ 1, 2, 3) старшеклассники знакомятся с естествознанием как наукой, историей его возникновения и развития; рассматривают уровни научного познания (эмпирический и теоретический) и методы, используемые на каждом из них: наблюдение, эксперимент, моделирование (в том числе и математическое), мысленный эксперимент.

Полное содержание курса см. в октябрьском номере за 2011 г. и на компакт-диске, прилагаемом к этому номеру.

См. также № 15/2011

§ 1. Естествознание – единство наук о природе.

§ 2. Эмпирический уровень научного познания.

§ 3. Теоретический уровень научного познания.

§ 4. Язык естествознания.

§ 5. Естественные научные понятия, законы и теории.

§ 6. Естественная научная картина мира.

§ 7. Миры, в которых мы живем.

Практическая работа 1. Наблюдения за горячей свечой.

Практическая работа 2. Наблюдения за прорастанием семян фасоли.

## § 1. Естествознание – единство наук о природе

Вы приступаете к изучению *естествознания* – целостной системы научных знаний о природе. Она познается с помощью общих для всех естественных наук методов. Естествознание – это не простой синтез предметных областей естественных наук, это их переосмысление на основе философских представлений.

Изучение природы возникло в человеческом обществе не из простого любопытства, оно было обусловлено необходимостью борьбы за выживание, за сохранение и продолжение рода. Представьте себе жизнь первобытного человека (80 тыс. лет назад). Неандертальцы должны были хорошо знать повадки животных, на которых они охотились. Это были не только мелкие зверьки, но и настоящие гиганты – мамонты, шерстистые носороги, большерогие олени, пещерные медведи. В свою очередь, первобытному

человеку необходимо было самому не стать добычей хищников, обустроить надежное жилище, защищаться от неблагоприятных природных явлений.

Начальные знания о природе люди отображали в наскальных рисунках. Изображения более сотни живых существ, в том числе морских животных и насекомых, относятся к эпохе *верхнего палеолита* (древнего каменного века, 35–10 тыс. лет назад). Некоторые рисунки, например голова бизона с отходящим от нее позвоночником или слон с сердцем в грудной клетке, свидетельствуют о появлении у древних людей первых анатомических представлений (рис. 1).



Рис. 1. На некоторых наскальных рисунках точно переданы пропорции животных (пещера Шове, Франция)

Наскальные рисунки выполнялись красками, изготовленными из минерального сырья: глины с примесью оксидов железа (охра), древесного угля, графита, мела, окрашенных минералов. Нетрудно заметить, что уже в те далекие времена люди обнаруживали важные

для них свойства веществ и использовали их практически – минеральные пигменты имели различные оттенки, не выгорали, прочно удерживались на поверхности камня.

С наступлением нового каменного века – *неолита* (9 – 6 тыс. лет назад) в первобытном обществе возникли зачатки сельского хозяйства. Люди стали одомашнивать диких животных, выращивать растения. Для успешного ведения сельскохозяйственного производства, естественно, потребовались практические знания о свойствах растений, повадках животных, климатических особенностях территории проживания.

Позднее в древних государствах рабовладельческого строя знания о природе становились все более глубокими и упорядоченными. Важным обстоятельством стало постепенное отделение естественно-научных представлений от религиозных. Грозные силы природы породили у наших предков верования в существование души у предметов и явлений окружающего мира. Именно в те далекие времена, когда человек начал поклоняться силам природы, появились и магические ритуалы, с помощью которых первобытные люди просили духов об удачной охоте или смене погоды.

Знания облекались в мифологическую форму. Но хотя в древнем мире сохранилось обожествление некоторых животных и растений, тем не менее, возникли и первые их классификации, представления о строении живого организма и функциях различных органов, зачатки медицины (рис. 2). Кроме того, происходило активное использование физических законов и явлений в практических целях – рычаг, колесо, простейшие механизмы.



Рис. 2. Зачатки медицины в Древнем мире. Ахилл, перевязывающий Патрокла. (Изображение на чаше, VI в. до н.э.)

К физическим величинам, которые тогда умели достаточно точно измерять, относились лишь длина и угол. Эталоном времени служили сутки, которые в

Древнем Египте делили не на 24 часа, а на 12 дневных и 12 ночных. Уже в V в. до н.э. Эмпедокл предложил первую формулировку закона сохранения материи: ничто не может произойти из ничего, и никак не может то, что есть, уничтожиться бесследно.

Расселение народов – во втором тысячелетии до н.э. в Древнем Египте снаряжались экспедиции в центр Африки, по Средиземному и Красному морям, – войны и торговля расширяли знания людей об окружающих пространствах, вырабатывали навыки ориентирования по Солнцу, Луне и звездам. Элементы географии содержат священные древнеиндийские книги: в «Ведах» целая глава посвящена космологии, в «Махабхарате» можно найти перечень океанов, гор, рек. В IX–VIII вв. до н.э. в Древнем Китае при выборе места для постройки крепости составляли карты подходящих участков. В III в. до н.э. появляются сочинения, целиком посвященные географии, первые географические карты, а также компас и прибор для измерения расстояния.

Зависимость земледелия и скотоводства от разливов рек и других периодических природных явлений определила появление календаря.

Представления о мире как о едином целом начали складываться в Древней Греции в VI–V вв. до н.э. Считалось, что существует некая первооснова, единое начало, из которого вытекают биологические, физические, химические и другие природные явления. Так, Фалес (ок. 625 – 547 гг. до н.э.) считал первоосновой воду, Анаксимен (ок. 585 – 525 гг. до н.э.) – воздух. А в соответствии с представлениями Эмпедокла (ок. 490 – 430 гг. до н.э.) причиной всех изменений в природе является различное сочетание четырех стихий: огня, воздуха, воды и земли.

Наиболее выдающейся фигурой того времени считается Аристотель (384 – 322 гг. до н.э., рис. 3). Он рассматривал природу как единый живой организм и изучал ее с единых позиций. Аристотель ввел в научный язык термин «физика» и понимал под ней «науку, которая имеет дело с таким бытием, которое способно к движению, и с такой сущностью ... которая не может существовать отдельно от материи».

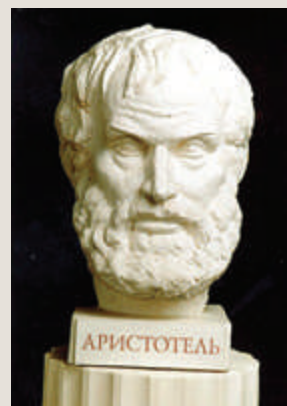


Рис. 3. Скульптурный портрет Аристотеля в Государственном Дарвиновском музее

Кроме этого, Аристотель описал более 500 видов различных животных и первым осуществил классификацию и систематизацию животных.

К началу новой эры представления о природе, системе общих законов стали называть *натурфилософией* (от лат. *natura* – природа). Впервые этот термин встречается в трудах Сенеки – римского философа,

поэта и государственного деятеля. Именно натурфилософия считается первой в истории формой существования знаний о природе, предшественницей естествознания.

В средние века естествознание разделилось на отдельные науки. Развитие торговли и мореплавания способствовало открытиям в **географии**; наблюдения за небесными светилами привели к зарождению **астрономии**; развитие техники, появление физических приборов, позволивших проводить экспериментальные исследования, повлекло за собой развитие **физики**.

Считают, что началом первой научной революции стал 1543 г., когда была издана книга Николая Коперника «Об обращении небесных сфер», в которой он обосновал **гелиоцентрическую систему** – представление о том, что Солнце является центральным небесным телом, вокруг которого обращаются Земля и другие планеты (рис. 4). Позже, в XVII в., Галилео Галилей изобрел телескоп, с помощью которого наблюдал звездное небо, открыл горы на Луне, пятна на Солнце и обнаружил спутники Юпитера. Началось развитие астрономии как самостоятельной науки со своим предметом и методами исследования.

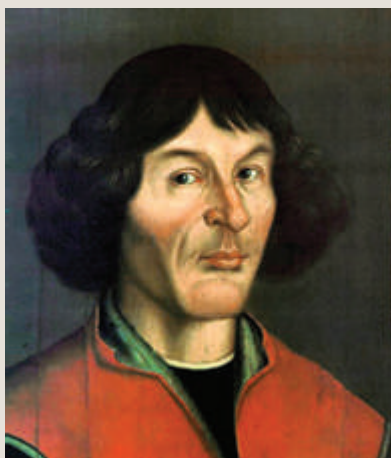


Рис. 4. Николай Коперник (1473–1543)

Галилей экспериментально доказал, что скорость падающего тела прямо пропорциональна времени его падения, а путь – прямо пропорционален квадрату времени. Он, проведя мысленный эксперимент, сформулировал закон инерции.

Дальнейшее развитие физики связано с именами выдающихся ученых: И.Ньютон (механика), Ш.Кулон (законы электричества), Г.Ом, М.Фарадей, А.Ампер (электродинамика), Дж.Максвелл (электромагнетизм). Современные представления о строении атома сформировались в результате работ Дж.Томсона, Э.Резерфорда, Н.Бора, а современные представления о пространстве и времени оформились в результате работ А.Эйнштейна.

**Биология** как наука началась с развития анатомии и физиологии – учений о строении тела и о его функционировании. В 1543 г. А.Везалий, профессор

Падуанского университета, написал книгу «О строении человеческого тела». Выводы, которые в ней содержались, можно было проверить и использовать на практике. В 1628 г. в книге У.Гарвея «Исследование о движении сердца и крови у животных» были представлены доказательства того, что артерии и вены являются частями замкнутого круга кровообращения: вычислив количество крови, проходившей через сердце за час, он доказал, что полученный им результат не соответствует принятой в то время модели кровообращения, предполагавшей, что в сердце артериальная и венозная кровь смешиваются.

Первая эволюционная теория Ж.Б.Ламарка появилась в начале XIX в.: процесс эволюции представляет собой восхождение от низших форм организмов к высшим под влиянием окружающей среды. Новый этап в развитии биологии наступил после создания Ч.Дарвином своей теории эволюции. Ее ключевые положения – концепции наследственной изменчивости и естественного отбора. Становление **генетики** – науки о наследственности и изменчивости – связано, в первую очередь, с именами Г.И.Менделя, Т.Х.Моргана, Н.И.Вавилова и др. Современная теория эволюции – синтез дарвинизма, генетики и экологии.

Истоки **химии** находятся в глубокой древности.

Отдельные химические сведения, накопленные за много веков, позволяли сделать некоторые обобщения о природе веществ и явлений. Греческий философ Демокрит (V в. до н.э.) впервые высказал мысль о том, что все тела состоят из мельчайших невидимых неделимых и вечно движущихся частиц материи – атомов. В знаменитой Александрийской библиотеке (III в. до н.э., одно из семи чудес света, в ней насчитывалось 700 тыс. рукописных книг) хранились и многие труды по химии. В них описывались такие процессы, как прокаливание, возгонка, перегонка, фильтрование и др.

Отдельной эпохой в истории химии является алхимический период. Арабы, завоевав Египет, приобрели и передали дальше в Европу практические познания и название этой науки (*хеми* – черная земля, Египет), добавив к нему свою приставку *ал-*. Так образовалось слово «алхимия». Цель алхимиков – поиски путей превращения неблагородных металлов в благородные (золото и серебро) с помощью особого вещества – философского камня.

*Алхимия примером служит  
Тому, как плутни с дурью дружат...  
Сказал нам Аристотель вещей:  
«Неизменяема суть вещей»,  
Алхимик же в ученом бреде  
Выводит золото из меди...*

С. Брант

Философскому камню приписывали не только свойство превращать неблагородные металлы в благородные, но также способность возвращать человеку молодость и сохранять здоровье.



В поисках философского камня алхимии открыли много новых веществ, разработали способы их очистки, создали специальное химическое оборудование (рис. 5).



Рис. 5. Алхимическая лаборатория

В XVIII в. «химия была поставлена с головы на ноги» (Ф.Энгельс) благодаря работам А.Л.Лавуазье и М.В.Ломоносова, открывших закон сохранения массы веществ.

Как наука химия окончательно оформилась в результате работ великих ученых XIX в.: Й.Я.Берцелиуса, который открыл и впервые выделил 7 химических элементов и ввел в химию ряд фундаментальных понятий, Д.И.Менделеева, открывшего периодический закон и создавшего периодическую систему химических элементов, А.М.Бутлерова, разработавшего совместно с немецким химиком Ф.А.Кекуле и шотландским ученым А.Купером теорию химического строения органических соединений, и многих других.

Дальнейшее развитие естественных наук привело исследователей к пониманию того, что всестороннее изучение природных явлений, свойств тел или веществ необходимо проводить с привлечением знаний из разных научных областей. Появились пограничные естественно-научные дисциплины: физическая химия, биологическая физика, биологическая химия и т.п.

Выявление общих, присущих всем природным системам, методологических идей: *эволюции* (развития) и *синергетики* (самоорганизации и возникновения структур различной природы) привело не только к интеграции естественно-научных знаний, но и к изменению статуса естествознания. Из отдельных научных дисциплин естествознание превратилось в целостную науку, имеющую свой предмет исследования, отличный от предметов частных естественных наук, – единый естественный мир. Особенностью естествознания является поиск общих закономерностей природных явлений и их объяснение с использованием комплекса знаний и методов всех естественных наук.

Во всех явлениях, происходящих в природе, участвуют материальные объекты (объекты окружающего нас материального мира).

**Материя** – это объективная реальность, существующая независимо от нашего сознания и данная нам в ощущениях непосредственно с помощью органов чувств или с помощью приборов.

Естествознание изучает явления, происходящие с объектами материального мира, и свойства этих объектов.

Как же ученые получают знания о природе, как наука изучает материальный мир? Ответ на этот вопрос вы найдете в следующем параграфе учебника.

?

1. Что изучает естествознание? Расскажите об основных исторических этапах развития этой науки.
2. Найдите в сети Интернет или литературе наскальные рисунки древнего человека. Что на них чаще всего изображено? Как вы думаете, почему? Какую информацию несет наскальная живопись для современных исследователей?
3. Для наскальных рисунков неандертальцы использовали минеральные вещества, содержащие оксид железа(III), оксид марганца(IV), мел (карбонат кальция), уголь (углерод). Запишите химические формулы этих веществ. К каким классам неорганических соединений они относятся? Какое из этих веществ является простым, а какие – сложными?
4. Проиллюстрируйте примерами тесное переплетение физических, химических, биологических явлений в природных процессах. Чем обусловлено существование науки «естествознание» наряду с частными естественными науками?
5. Приведите известные вам формулировки закона сохранения материи (вещества). Назовите авторов этих формулировок. В чем специфика каждой из них?
6. Используя ресурсы Интернета, подготовьте реферат на одну из следующих тем: «История физики», «История биологии», «История химии», «История астрономии», «История физической географии». Объясните свой выбор темы реферата.
7. Используя ресурсы Интернета, подготовьте сообщение о вкладе российских ученых в развитие каждой естественной науки. Объясните свой выбор темы сообщения.
8. Используя ресурсы Интернета, подготовьте сообщение о синергетике.

## § 2. ЭМПИРИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ

В изучении естественного мира большое значение имеет **научный метод познания**. В общем случае научный метод включает наблюдение, создание модели изучаемого явления, выдвижение гипотезы о законах, управляющих поведением модели, проведение эксперимента, который должен подтвердить или опровергнуть гипотезу.

В науке различают эмпирический и теоретический уровни познания (исследования). На эмпирическом уровне познания происходит накопление научных фактов. На теоретическом уровне происходит осмысление полученных экспериментальных фактов, их обоснование, выявление закономерностей, формулирование законов, положений, теорий. Например, проведение многочисленных опытов по взвешиванию исходных веществ химической реакции и ее продуктов (эмпирический уровень познания) позволило сформулировать закон сохранения массы веществ (теоретический уровень познания).

Масса веществ, вступивших в реакцию, равна массе образующихся продуктов.

Ценность конечного результата научного познания определяется его предсказательной силой. Например, Д.И.Менделеев на основе сформулированного им периодического закона предсказал существование, пути открытия и свойства еще неизвестных науке химических элементов: галлия, скандия и германия.

Каждый уровень познания использует свои методы. Так, для получения научных фактов применяют *наблюдение* и *эксперимент*. При выдвижении гипотез и построении теории используют *моделирование* и *мысленный эксперимент*.

Наблюдательность – одно из замечательных качеств человека. Это профессиональная черта не только детективов и сыщиков. Настоящий ученый должен в совершенстве владеть методом наблюдения, уметь отмечать общие и особенные черты тех явлений, которые являются предметом его наблюдения.

Наблюдение особенно важно при изучении естественных наук, поскольку человек получает основные знания о природе с помощью этого важнейшего метода исследования.

**Наблюдение** – это целенаправленный процесс восприятия объектов действительности с целью выявления их существенных свойств.

Наблюдение позволяет человеку накапливать информацию об окружающем мире, систематизировать ее. Однако самое главное, ради чего проводят наблюдение, – это поиск закономерностей в полученной из наблюдения информации и причин, которые объясняют эти закономерности.

Наблюдение как метод научного познания отличается от наблюдения в житейском смысле этого слова. Для того чтобы этот метод познания был плодотворным, наблюдателю необходимо соблюдать ряд условий:

- определить предмет наблюдения, т.е. то, на что будет обращено внимание наблюдателя, то или иное изменение, происходящее с конкретным объектом, его свойствами, в зависимости от условий окружающей среды и т.д.; четко сформулировать цель наблюдения, т.е. знать, зачем оно проводится;

- для достижения поставленной цели желательно составить план наблюдения.

Результатом наблюдений являются научные факты, составляющие эмпирический базис науки.

Наблюдатель не вмешивается в естественный ход процесса. Наблюдение может происходить в природных условиях, например наблюдение астрономических явлений (движение небесных тел), биологических явлений (рост, развитие и поведение организмов), химических явлений в природе (лесные пожары, образование и разложение минералов и т.д.), природных физических явлений (радуга, полярные сияния, земной магнетизм и др.).

Наблюдение может быть непосредственным или опосредованным. В первом случае те или иные свойства тел или явления воспринимаются органами чувств. Во втором случае используют приборы: звездное небо наблюдают с помощью телескопов, микроорганизмы – с помощью оптических микроскопов, структуру наночастиц – с помощью специальных сканирующих микроскопов.

В процессе наблюдения складываются представления о материальном мире, о происходящих в нем явлениях и о свойствах объектов материального мира. Наблюдая падение тел, Галилей пытался найти закономерности этого движения. Изучая изменения признаков растений по цвету горошин, Мендель сформулировал законы, объясняющие механизм наследования (рис. 6).

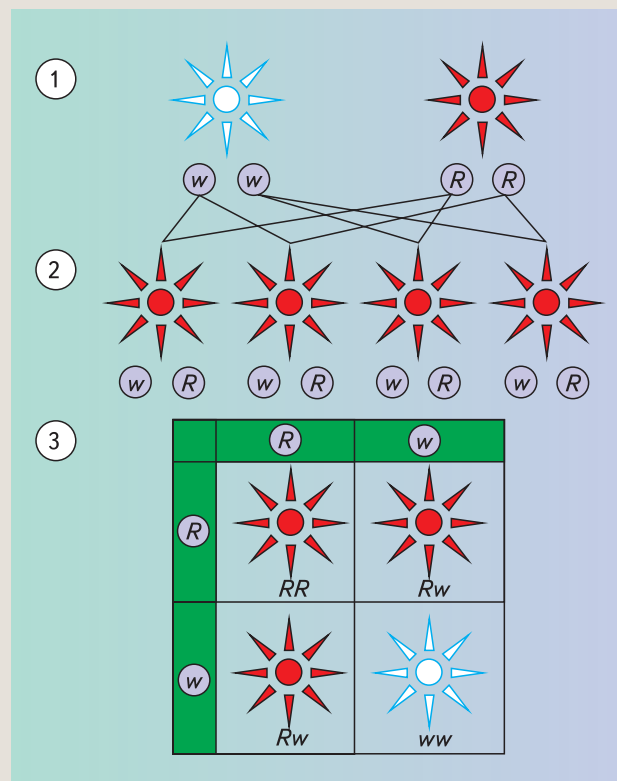


Рис. 6. Схема, иллюстрирующая первый и второй законы Менделя:

1 – растение с белыми цветками (рецессивный признак  $w$ ) скрещивается с растением с красными цветками (доминантный признак  $R$ ); 2 – у всех растений-потомков цветы красные и одинаковый генотип  $Rw$ ; 3 – при самооплодотворении у  $3/4$  растений второго поколения цветки красные, а у  $1/4$  – белые

Чаще всего научное наблюдение проводится в специально созданных условиях, причем условия эти можно изменять по желанию наблюдателя. Нередко такое наблюдение проводится в специальном помещении – лаборатории.

**Эксперимент** – это метод познания, который используется для исследования объектов и явлений в специально созданных для этого условиях.

В переводе с латинского слово *эксперимент* означает опыт, проба. С помощью эксперимента можно подтвердить или опровергнуть ту гипотезу, которая выдвигалась до наблюдения или родилась в его результате. Так формулируется *вывод*.

Эксперимент отличается от наблюдения. В эксперименте происходит вмешательство в исследуемый процесс, воздействие на него. Неотъемлемой частью эксперимента является наблюдение. Эксперимент в зависимости от его роли в становлении научного знания может служить: источником новых знаний (исследовательский), доказательством верности или неверности гипотезы (проверочный). Целью исследовательского эксперимента является установление свойств объектов, зависимостей между величинами, выявление закономерностей. Исследовательскими явились, например, опыты Н.Н.Бекетова по вытеснению одних металлов другими из растворов солей. В результате этого эксперимента был составлен вытеснительный ряд металлов (ряд активности металлов).

Особое место занимают *фундаментальные эксперименты*, благодаря которым появлялись новые научные теории. К фундаментальным экспериментам относятся опыты А.Ампера (рис. 7) по взаимодействию проводников с током, опыт Г.Эрстеда по взаимодействию проводника с током и магнитной стрелки, опыты М.Фарадея по электромагнитной индукции, послужившие эмпирической основой электродинамики и положившие начало ее становлению как физической теории. Эксперимент и наблюдение являются источниками наших знаний об окружающем мире.

Желание объяснить причину наблюдаемого явления, найти закономерности, которым оно подчиняется, побуждает ученых выдвигать предположения о природе явления, о его причинах, или о законах, по которым оно происходит, – гипотезы. Для проверки гипотезы исследователь проводит эксперимент. Если его результаты подтверждают гипотезу, то она принимается; если не подтверждаются, то она считается ложной и отбрасывается. Эксперимент является критерием истинности исходного знания.

В качестве примера можно привести опыты, доказавшие неправомочность представлений о мировом эфире. Идея о существовании особой всепроникающей среды, заполняющей пустоты между атомами и помогающей распространению света, появилась еще в античные времена. Гипотеза была сформулирована



Рис. 7. А.Ампер (1775–1836)

в 1618 г. Р.Декартом. В дальнейшем эта гипотеза развивалась, появились разные модели и предположения, например гипотеза, что эфир увлекается движущимися телами. При движении Земли сквозь эфир возникает эфирный ветер. Если это так, то скорость света должна зависеть от скорости движения Земли и направления распространения света. Результаты опытов А.Майкельсона и Э.Морли (1887) показали, что скорость света от этих факторов никак не зависит. Так, эксперимент, изначально ставившийся с целью выявить лучшую из моделей мирового эфира, опроверг само его существование.

*Эксперимент является источником знаний и критерием их истинности.*

*О сколько нам открытий чудных  
Готовят просвещенья дух  
И опыт, сын ошибок трудных,  
И гений, парадоксов друг...*

А.С.Пушкин

Великий Леонардо да Винчи говорил, что науки, которые не родились из эксперимента, этой основы всех познаний, бесполезны и полны заблуждений.

Все естественные науки – науки экспериментальные. Для постановки естественно-научного эксперимента необходимы специальные приборы и устройства. От века к веку эти устройства усложнялись, становились масштабнее. Однако первые закономерности были установлены в процессе наблюдения явлений природы невооруженным глазом. В настоящее время открытия в астрономии немислимы без использования



телескопов различных типов, в биологии – без микроскопов также различных типов, в физике – без мощных ускорителей. Исследовательские лаборатории функционируют на космических кораблях, подводных лодках, научных станциях на Северном и Южном полюсах Земли.

Кроме наблюдения и эксперимента в познании окружающего мира большую роль играет *моделирование*.

Мы уже говорили о том, что одна из главных целей наблюдения – поиск закономерностей в результатах экспериментов. Однако некоторые наблюдения неудобно или невозможно проводить непосредственно в природе. Естественную среду воссоздают в лабораторных условиях с помощью особых приборов, установок, предметов – т.е. создают модели. В моделях копируются только самые важные признаки и свойства объекта и опускаются несущественные для изучения детали. Слово «модель» имеет франко-итальянские корни и переводится на русский язык как образец.

**Моделирование** – это метод научного познания, состоящий в создании и исследовании моделей реальных объектов.

Каждая естественная наука использует свои модели, которые помогают зримо представить себе реальное природное явление или объект.

Самая известная географическая модель называется глобусом. Это миниатюрное объемное изображение нашей планеты, с помощью которого вы можете изучать расположение материков и океанов, стран и континентов, гор и морей. Если же изображение земной поверхности нанести на плоский лист бумаги, то получится еще одна модель – географическая карта (рис. 8).



Рис. 8. Глобус и карта – самые распространенные географические модели

При изучении биологии также широко используются модели. Достаточно упомянуть, например, муляжи цветов, скелетов животных, органов человека и т.д. (рис. 9).



Рис. 9. Биологические модели: а – глаз человека; б – головной мозг; в – три различные модели торса человека

На уроках физики вы также знакомились с самыми разными моделями, которые помогали вам изучить электрические и магнитные явления, закономерности движения тел, оптические явления.

Не менее важно моделирование и для химии. Для большей наглядности химии используют модели атомов, молекул, кристаллов, установок и аппаратов химических производств. Структуру молекул химических веществ демонстрируют на шаростержневых и объемных моделях. Их собирают из шариков, символизирующих отдельные атомы. В шаростержневых моделях «атомы»-шарики расположены друг от друга на некотором расстоянии и скреплены между собой стерженьками. Объемные модели более точно передают соотношения размеров атомов и расстояния между ними в молекуле. Модели кристаллов напоминают шаростержневые модели молекул, однако изображают не отдельные молекулы, а показывают взаимное расположение частиц вещества в кристаллическом состоянии (рис. 10).

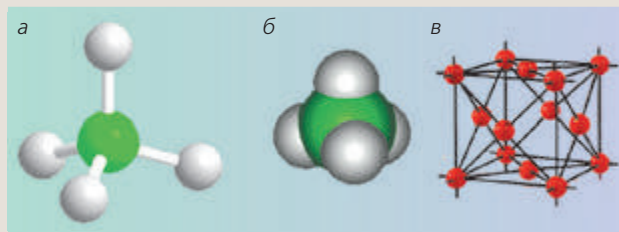


Рис. 10. Материальные модели в химии. Молекула метана: а – шаростержневая; б – объемная; в – модель кристалла меди

Помимо материальных моделей, которые можно рассмотреть, взять в руки или потрогать, существуют модели условные. В физике изучают законы движения, подразумевая в качестве движущегося объекта материальную точку. «Беспрекословно» подчиняется всем газовым законам единственный газ – идеальный газ. В реальной жизни он не существует – это модель идеального газа.

Кроме того, есть модели знаковые (символьные): математические уравнения, знаки химических элементов и уравнения химических реакций, математические выражения законов, физические формулы и иные графические отображения реально существующих объектов окружающего мира. Однако эти модели скорее относятся к другому уровню научного познания – теоретическому, о котором пойдет речь в следующем параграфе.

- ?**
1. Что такое наблюдение и эксперимент как методы научного познания? Что между ними общего и чем они различаются?
  2. Приведите пример из вашей жизни, когда на основании наблюдений вы приходили к какому-либо выводу. Доводилось ли вам проводить какие-либо естественно-научные эксперименты дома, на садовом участке и т.д.?

- ?
3. Что такое гипотеза? Вывод? Что между ними общего и чем они различаются?
  4. Какие фундаментальные эксперименты XIX – начала XX вв. заложили основу теории строения атома? Какие теории строения атома вы знаете из курса основной школы?
  5. В чем состоит сущность естественно-научной теории витализма, господствовавшей в науке вплоть до середины XIX в. Открытия каких ученых–химиков привели к краху теории витализма? В чем заключалась основная идея их опытов? Для ответа на эти вопросы используйте возможности Интернета.
  5. Что такое материальная модель? С какой целью используют материальные модели в эксперименте?
  6. Изготовьте из пластилина шаростержневые и объемные модели молекул водорода, воды, аммиака и метана. Какие характеристики молекул они отражают? Как состав этих веществ можно отразить с помощью знаковых моделей?
  7. Сформулируйте гипотезу о роли естественно-научных знаний в выбранной вами будущей профессиональной деятельности. Докажите ее, написав небольшой реферат с использованием возможностей Интернета.

### § 3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ

Как вы узнали из предыдущего параграфа, на эмпирическом уровне познания осуществляется накопление экспериментальных фактов, выдвигается гипотеза, которая проверяется с помощью эксперимента. На теоретическом уровне познания происходит осмысление экспериментальных фактов и обоснование гипотез, построение теории.

#### Моделирование на теоретическом уровне познания.

Основными методами познания на теоретическом уровне являются моделирование и мысленное экспериментирование. Ученый строит *идеальную модель* объекта или явления, выдвигает гипотезу, выполняет теоретическое исследование модели (мысленный эксперимент с моделью) и проводит реальный эксперимент с целью подтверждения справедливости гипотезы и правильности построения модели.

**Идеальная модель** – это мысленно представляемая система, которая отражает существенные особенности и свойства реального объекта, явления или процесса и изучение которой дает новую информацию об этом объекте.

В основе всех физических теорий и законов лежат идеальные модели объектов. Например, классическая механика Ньютона построена для модели «материальная точка». Напомним, что материальная точка – тело,

размерами которого можно пренебречь в условиях данной задачи. Законы изменения параметров состояния газа (давления, объема и температуры) установлены для модели «идеальный газ», т.е. для такого газа, размерами молекул которого и их взаимодействием можно пренебречь.

В процессе накопления научных знаний и совершенствования средств для проведения экспериментальных исследований происходит усложнение моделей. Сначала было записано уравнение, связывающее параметры состояния идеального газа, позже в это уравнение ввели поправки, учитывающие размеры молекул и их взаимодействие, и пришли к уравнению, описывающему поведение более сложной модели – «реальный газ».

Развитие представлений о строении атома также сопровождалось усложнением создаваемых моделей. Первой была модель Дж.Дж.Томсона, который представлял атом в виде шара с равномерно распределенным положительным зарядом и вкрапленными в него отрицательно заряженными электронами (рис. 11). Эта модель объясняла известные в то время явления проводимости и электризации.

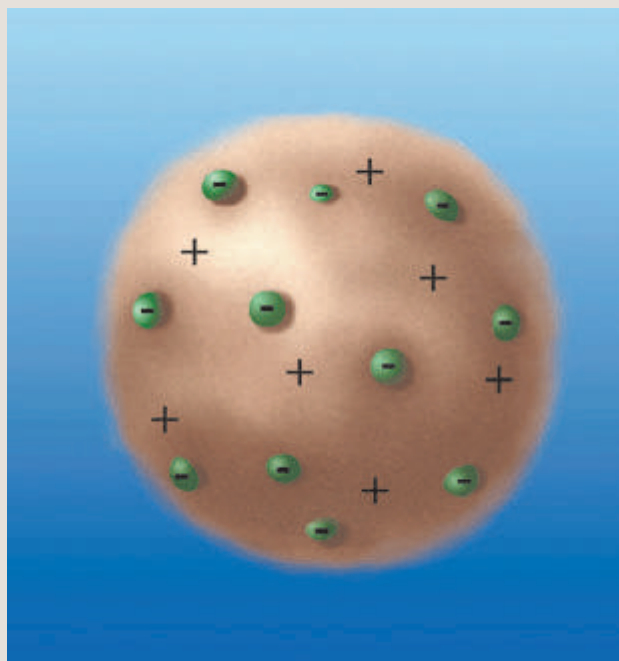


Рис. 11. Модель атома Дж.Дж.Томпсона

Однако после того, как Э.Резерфорд провел опыты по облучению тонкой металлической фольги  $\alpha$ -частицами, появилась необходимость в более сложной модели атома – так называемая планетарная модель, в соответствии с которой в центре атома находится положительно заряженное ядро, а вокруг него вращаются отрицательно заряженные электроны (рис. 12, см. с. 22). Эта модель, объясняя ряд электрических явлений, не позволяла понять причину устойчивости атома. Ведь при движении заряженные частицы – электроны – должны излучать энергию и, рано или поздно,

упасть на ядро. В этом случае атом прекратил бы свое существование. Однако такого не происходит.

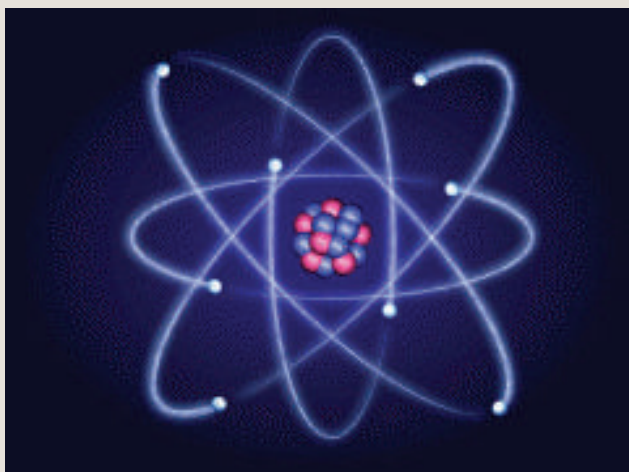


Рис. 12. Планетарная модель атома Э.Резерфорда

Модель атома Резерфорда была усовершенствована Н.Бором. В соответствии с его моделью, электроны, находясь на стационарных орбитах, не излучают и не поглощают энергию. Излучают или поглощают энергию электроны при переходе с одной орбиты на другую. С помощью этой модели оказалось возможным объяснить устойчивость атомов.

Результаты экспериментов показывают ограниченность той или иной идеальной модели и заставляют ее развиваться и совершенствоваться.

В ряде случаев используют модели-анalogии. Аналогия позволяет на основе установленного сходства одних свойств объектов делать выводы о сходстве других их свойств, о природе объектов и процессов. Например, Х.Гюйгенс, выявив такие общие свойства звука и света, как отражение, преломление, интерференция и дифракция, пришел к выводу, что свет имеет волновую природу. В этом случае звуковые волны служили моделью-анalogией при изучении света. Механические колебания могут быть моделью-анalogией при изучении электромагнитных колебаний. Установив сходство характера механических и электромагнитных колебаний, можно, по аналогии с формулой для вычисления периода колебаний пружинного маятника (рис. 13):

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}},$$

записать формулу для вычисления периода электромагнитных колебаний (рис. 14):

$$T = 2\pi\sqrt{LC},$$

где:  $T$  – период колебаний,  
 $m$  – масса пружинного маятника,  
 $k$  – жесткость пружины;  
 $L$  – индуктивность катушки,  
 $C$  – емкость конденсатора.

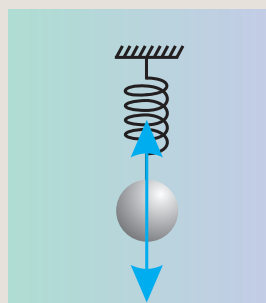


Рис. 13. Схема пружинного маятника

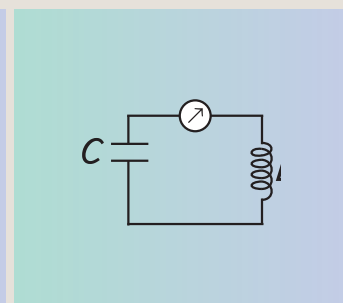


Рис. 14. Схема электромагнитного колебательного контура

### Мысленный эксперимент.

**Мысленный эксперимент** – это познавательный процесс, имеющий структуру реального эксперимента и осуществляемый с идеальной моделью.

Мысленный эксперимент позволяет переходить от реальных объектов и процессов к идеальным моделям, изучать их и получить результаты, применимые к реальным объектам.

Впервые термин «мысленный эксперимент» ввел в науку Эрнст Мах, австрийский физик и философ. Он говорил, что каждый человек может мысленно создать ту или иную ситуацию, выполнить определенные умственные действия и получить результат, который будет соответствовать результату в реальной жизни.

Мысленный эксперимент зародился очень давно. Античная наука не рассматривала реальные эксперименты в качестве методов познания окружающего мира. Единственными методами познания считались мысленные эксперименты. Герон Александрийский (I в. н.э.), например, описал различные пневматические устройства, действующие при помощи сжатого или нагретого воздуха, а также водяного пара. В частности, к таким устройствам относятся водяные часы, водяной орган, сифон, прообраз паровой турбины – шар, который приводит во вращение пар. При этом на практике Герон не создавал никаких устройств.

Галилей применял мысленное экспериментирование как метод естественно-научного познания при изучении законов движения. Изучая свободное падение, Галилей описал следующий мысленный эксперимент. Предположим, что у нас есть пушечное ядро и мушкетная пуля. Если считать, что тяжелые тела падают быстрее легких, то ядро должно падать с большей скоростью, а мушкетная пуля с меньшей. Если соединить их вместе перемычкой, то более тяжелое тело должно ускорять менее тяжелое, а менее тяжелое должно замедлять более тяжелое. Получается, что у нового тела скорость должна равняться среднему арифметическому скоростей ядра и пули, и новое тело должно падать со скоростью, меньшей, чем скорость одной из его составных частей. Таким образом,



возникает противоречие, из которого можно сделать вывод, что все тела падают с одинаковой скоростью. Существует предположение, что Галилей для доказательства своего мысленного эксперимента сбрасывал объекты разной массы с вершины Пизанской башни и позже описал их падение (рис. 15).



Рис. 15. Пизанская башня

В современной науке мысленный эксперимент используется при изучении явлений, происходящих с микрообъектами, недоступными непосредственному наблюдению.

А.Эйнштейн при разработке теории относительности прибегал только к мысленным экспериментам, поскольку реальные эксперименты в то время провести было невозможно. Хорошо известны парадоксы теории относительности, разрешение которых осуществляется с помощью мысленного эксперимента.

К таким парадоксам относится, например, парадокс близнецов (рис. 16).

Он формулируется следующим образом: на Земле живут два брата-близнеца – Иван и Петр. Иван отправляется в далекое космическое путешествие на корабле, способном развивать скорости, близкие к скорости света. Петр остается дома. Существует так называемый эффект замедления времени: для наблюдателя, находящегося на Земле, время на космическом корабле течет медленнее, чем на Земле. Поэтому Иван, вернувшись на Землю, должен увидеть, что Петр состарился сильнее, чем он. Однако, с точки зрения Ивана, та система отсчета («Космический корабль»),



Рис. 16. Парадокс близнецов: космический путешественник возвращается на Землю моложе своего близнеца, оставшегося дома

в которой находится он, неподвижна. Для него движется Петр. Поэтому постареть сильнее должен Иван. На самом деле старше станет действительно Петр, поскольку системы отсчета «Земля» и «Космический корабль» нельзя считать равноправными. Космический корабль не является инерциальной системой отсчета: он то ускоряется, то замедляется, то меняет направление движения.

Рассмотрим подробнее мысленный эксперимент, который вы осуществляли на уроках физики при изучении гидростатического давления. Пусть в некотором сосуде находится жидкость плотностью  $\rho$ , высота столба жидкости –  $h$ . Необходимо получить формулу для расчета давления жидкости на дно сосуда, площадь которого  $S$ . Выполним мысленный эксперимент: установим зависимость давления жидкости на дно сосуда от высоты ее столба и от ее плотности. Построим модель объекта. Для этого условимся, что жидкость несжимаема, т.е. ее плотность не зависит от высоты столба и является постоянной величиной; что на столь малой высоте, как высота столба жидкости, ускорение свободного падения не изменяется. Для удобства вычислений возьмем сосуд правильной формы в виде прямоугольного параллелепипеда (рис. 17).

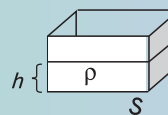


Рис. 17. Модель сосуда для мысленного эксперимента по расчету давления жидкости на дно сосуда

Операция, которую мы проделали при таком моделировании, называется *абстрагированием*. Мы отвлеклись от несущественных свойств объекта исследования, иными словами, мы не будем учитывать их при анализе модели.

Давление  $p$  по определению равно:

$$p = \frac{F}{S},$$

где  $F$  – вес жидкости,  $S$  – площадь дна сосуда; вес покоящейся жидкости вычисляют по формуле:

$$F = mg;$$

массу жидкости – по формуле:

$$m = \rho V,$$

где  $V$  – объем жидкости. Следовательно,

$$F = \rho Vg.$$

Подставим это выражение в формулу для расчета давления и получим:

$$p = \frac{\rho Vg}{S} = \rho gh.$$

Мы построили идеальную модель реального объекта, определили идеализированные условия функционирования модели, применили существующие в науке зависимости между величинами и получили искомый результат.

#### Математическое моделирование.

В современных научных исследованиях все шире применяют математическое моделирование.

**Математическое моделирование** – это замена исходного объекта его математической моделью и дальнейшее изучение ее с помощью математических методов, в том числе с использованием компьютера.

Характер и роль математического моделирования менялись по мере развития математики.

Математическое моделирование начало применяться много лет назад в физике и астрономии, когда появились понятия «число» и «фигура», которые являются знаковыми моделями реальных объектов. Более поздний период развития математики характеризуется использованием математических моделей при описании эмпирически установленных зависимостей.

В XVII в. благодаря работам И.Ньютона появляется новый сложный математический аппарат: дифференциальное и интегральное исчисление. Он позволяет строить более сложные математические модели. До XIX в. математическое моделирование заключалось в создании описания процессов, происходящих в природе, в виде формул и уравнений. Они использовались для выполнения необходимых расчетов.

В XIX в. математические модели, построенные на основе представлений о характере протекания физических явлений, начали использоваться для получения выводов. В середине XIX в. Дж.К.Максвелл, изучая электромагнитные явления, разработал теорию, их объясняющую. Рассматривая электромагнитное взаи-

модействие, он ввел геометрическую модель сил в виде силовых линий электрического поля. Математика позволила ему предсказать радиоволны и их свойства, построить теорию электромагнитного поля.

Роль математики и математических моделей еще больше возрастает в современной физике (теории относительности, квантовой механике, физике элементарных частиц), которая имеет дело с объектами, недоступными для непосредственного наблюдения. Поэтому без применения математики понять и достаточно полно описать свойства объектов микромира невозможно.

В настоящее время математическое моделирование широко используется в исследовании биологических систем (в частности при изучении динамики популяций, процессов управления и регуляции в живых организмах), химических и геологических процессов.

В экологии математическое моделирование применяется для мониторинга состояния окружающей среды, для моделирования экосистем, геоклиматического прогнозирования, а также для предсказания природных катаклизмов (например, землетрясений и цунами).

Моделирование географических систем позволяет оценить развитие того или иного процесса во времени, прогнозировать изменения геологического состояния окружающей среды.

Систему знаний о Земле на основе законов математики и физики в противовес представлению о географии как об описательной науке построил в XVII в. Б.Варениус. С этого времени математика стала применяться не только для измерений, но и выведения формул, отражающих процессы взаимодействия между разными природными телами. Сторонником внедрения математического моделирования в физическую географию и геологию был М.В.Ломоносов. Он внес вклад в количественную оценку атмосферных явлений.

В XIX в. широкое применение получили физико-математические методы изучения климата и магнитного поля Земли, образования и развития земной материи.

В настоящее время математика активно используется и в химии. К этому еще в 1741 г. призывал Ломоносов в трактате «Элементы математической химии». Классические модели химических процессов – это уравнения реакций. Современная квантовая химия – яркий пример применения современной математики в химии – она позволяет объяснить природу атомов химических элементов и предсказать поведение образованных ими веществ в химических реакциях.

Таким образом «модельный подход» к исследованию физических, биологических, химических, географических и других объектов и явлений природы предполагает выделение общих понятий, создание моделей, пригодных для изучения их точными методами, выяснение фундаментальных принципов построения изучаемых систем.

- ?**
1. Сравните эмпирический и теоретический уровни познания.
  2. Какова роль моделирования в научном познании? Приведите примеры идеальных моделей.
  3. Из курса основной школы вспомните и запишите уравнения, описывающие состояние идеального газа: законы Бойля–Мариотта, Шарля, Гей-Люссака, Менделеева–Клапейрона. Назовите каждую физическую величину в этих уравнениях. Можно ли применять эти законы для расчета параметров реальных газов? В каких случаях?
  4. Подготовьте сообщение о совершенствовании математического моделирования с развитием вычислительных методов и вычислительной техники, используя возможности Интернета.
  5. Вспомните из курса химии основной школы, что такое изотопы. Используя возможности Интернета, запишите символы природных изотопов водорода и кислорода. Составьте формулы воды, образованной каждым из изотопов водорода и кислорода. Сможете ли вы предложить математическую формулу для расчета числа возможных вариантов молекул, зная число изотопов каждого элемента?
  6. Прочтите притчу Ф.Кривина «Ньютоново яблоко».

– *Послушайте, Ньютон, как вы сделали это свое открытие, о котором теперь столько разговору?*

**?**

– *Сам не знаю, как... Просто стукнуло в голову...*  
 – *Яблоко стукнуло? А ведь признайтесь, это яблоко было из моего сада...*

*Они стояли каждый в своем дворе и переговаривались через забор, по-соседски.*

*На другой день, когда Ньютон пришел на свое излюбленное место, ветка была спилена. За забором под своей яблоней сидел сосед.*

– *Отдыхаете?* – *кивнул соседу Ньютон.*

– *Угу...*

*Так сидели они каждый день – Ньютон и сосед за забором. Ветки не было, солнце обжигало Ньютона голову, и ему ничего не оставалось, как заняться изучением световых явлений.*

О каких открытиях Ньютона говорится в притче? Какое из них имеет характер эмпирического обобщения, а какое – математического моделирования?

7. «От живого созерцания к абстрактному мышлению и от него – к практике: таков диалектический путь познания...» (В.И.Ленин). Проиллюстрируйте эту модель познания примерами из различных областей естественных наук: физики, химии, биологии, экологии, астрономии, физической географии.

КО ДНЮ РОЖДЕНИЯ...

ПОЗНАВАТЕЛЬНАЯ ИГРА

# И ты можешь стать ученым!

Материал подготовили  
 К.И.НЮТОЧКИНА,  
 ученица 11 класса;  
 О.С.КОНДАУРОВА, учитель химии  
 средней школы № 10;  
 г. Тихорецк, Краснодарский край

В игре принимают участие все желающие. Ее можно провести как заочный подготовительный тур недели химии, посвященной М.В.Ломоносову. Вопросы и правила игры нужно поместить на стенде, а через некоторое, заранее оговоренное время там же вывесить ответы и интерпретацию результатов.

Правила игры

В конце каждого вопроса указано число баллов, которое вы получаете за правильный ответ. Сравните свои ответы с теми, которые будут даны позже. Если ваши ответы менее полные, чем приведенные, начислите себе за каждый ответ только 1 балл. Определите сумму набранных вами баллов и узнайте свой результат.

Вопросы

1. Назовите даты рождения и смерти М.В.Ломоносова. (1 балл.)

2. Когда был открыт первый российский университет? (1 балл.)

3. Что понимал Ломоносов под словом «элемент», «корпускула»? (1 балл.)

4. Как сформулировал Ломоносов закон сохранения массы веществ? (1 балл.)

5. Развитие каких химических производств связано с именем Ломоносова? (1 балл.)

6. В каком году Ломоносов стал профессором химии Петербургской Академии наук? (3 балла.)

7. Почетным членом какой российской академии был избран Ломоносов в 1763 г.? (1 балл.)



8. Членом каких зарубежных академий наук был Ломоносов? (3 балла.)

9. Какой русский поэт и в каком стихотворении говорит о Ломоносове как об архангельском мужике, который «стал разумен и велик»? (1 балл.)

10. Какой минерал назван в честь Ломоносова? (1 балл.)

11. Какие хребты названы в честь Ломоносова? (1 балл.)

12. В каком документе Ломоносов сформулировал закон сохранения массы и энергии? (3 балла.)

13. Кто является основоположником русской научной терминологии? Назовите несколько слов, введенных ученым в русский язык. (5 баллов.)

14. Назовите научный трактат, написанный Ломоносовым в стихотворной форме. (5 баллов.)

15. Какой метод защиты от молний предложил Ломоносов? (5 баллов.)

16. Сколько языков в совершенстве знал Ломоносов? Назовите их. (5 баллов.)

17. Когда была построена первая в России химическая лаборатория? (3 балла.)

18. Приведите высказывания ученого о химии. (1 балл.)

19. Назовите первые учебники, по которым учился Ломоносов. (3 балла.)

20. Кто назвал Ломоносова «первым русским университетом»? (1 балл.)

21. Какие мозаичные картины создал Ломоносов? (5 баллов.)

22. Кто открыл атмосферу на Венере? (1 балл.)

23. Ломоносов обосновал идею Северного морского пути. Приведите в подтверждение его слова об этом. (3 балла.)

24. Что нового ввел Ломоносов в преподавание химии? (3 балла.)

25. Какой труд Ломоносова можно назвать химической энциклопедией XVIII в.? (3 балла.)

26. Кто и в связи с чем сказал: «Славного Роберта Бойля мнение ложно»? (1 балл.)

27. Назовите учебные заведения, в которых обучался Ломоносов. (1 балл.)

28. В работе «Первые основания металлургии или рудных дел» Ломоносов дал определение металлам: «Светлые тела, которые ковать можно». Какие свойства металлов выделил Ломоносов? (1 балл.)

29. В каком году была выполнена первая мозаичная картина в России, кто ее автор и как она называлась? (5 баллов.)

### ОТВЕТЫ

1. М.В.Ломоносов родился 19 ноября 1711 г. в деревне Денисовка возле села Холмогоры (Архангельская губерния); умер 15 апреля 1765 г.; похоронен на Лазаревском кладбище Александро-Невской лавры в С.-Петербурге.



Макет деревни Денисовка, где родился М.В.Ломоносов

2. Первый российский университет был открыт по инициативе Ломоносова в 1755 г. в Москве.

3. В 1745 г. Ломоносов писал: «Элемент – есть часть тела, не состоящая из каких-либо меньших и отличных между собою тел. Корпускулы – есть собрание элементов, образующее одну малую массу». «Корпускулы однородны, когда состоят из одинакового числа одних и тех же элементов, соединенных одинаковым образом... Корпускулы разнородны, когда элементы их различны и соединены различным образом или в различном числе; от этого зависит бесконечное разнообразие тел».

4. «Все перемены, в натуре случающиеся, такого суть состояния, что, сколько чего у одного тела отнимается, столько присовокупится к другому. Так, ежели где убудет несколько материи, то умножится в другом месте».

5. С именем Ломоносова связано развитие фарфоровой, стекольной, металлургической, горнорудной и соледобывающей отраслей промышленности.

6. В 1745 г.

7. Академии художеств.

8. Шведской (1760) и Болонской (1764) академий наук.

9. Н.А.Некрасов в стихотворении «Школьник».

10. Минерал ломоносовит,  $\text{Na}_2\text{Ti}_2\text{Si}_2\text{O}_3 \cdot \text{Na}_3\text{PO}_4$ ; открыт в Ловозере на Хибинах в 1945 г.

11. Горный хребет на побережье острова Новая Земля (1913); подводный хребет тянется на 1800 км от материковой отмели Азии через Северный полюс к материковой отмели Америки и разделяет впадину Ледовитого океана на две котловины (1948); горный хребет в Антарктиде (1961).

12. В письме к выдающемуся математику Л.Эйлеру.

13. М.В.Ломоносов. До нашего времени сохранились введенные им слова: термометр, формула, упругость, барометр, атмосфера, диаметр и др.

14. «Письмо о пользе стекла».

15. Молниезащитный стержень в виде заостренного железного стержня, нижний конец которого уходит глубоко в землю.



Посещение химической лаборатории М.В.Ломоносова императрицей Елизаветой Петровной

**16.** Ломоносов в совершенстве знал 11 языков: русский, латинский, немецкий, французский, греческий, старославянский, английский, итальянский, испанский, польский, венгерский.

**17.** В 1748 г. по проекту Ломоносова.

**18.** «Химия – наука об изменениях, происходящих в смешанном теле»; «Химическая наука рассматривает свойства и изменения тел... состав тел ... объясняет причину, что с веществами при химических превращениях происходит»; «Широко распространяет химия руки свои в дела человеческие. Куда ни посмотрим, куда ни оглянемся, везде обращаются перед очами нашими успехи ее прилежания»; «Изучение химии имеет двоякую цель: одна – усовершенствование естественных наук, другая – умножение жизненных благ».

**19.** «Грамматика» М.Г.Смотрицкого, «Математика» Л.Ф.Магницкого.

**20.** А.С.Пушкин, за многогранность интересов, которые проявлял ученый в различных областях наук.

**21.** «Образ Богоматери по картине итальянского живописца Солимены», «Полтавская баталия», «Петр I».

**22.** М.В.Ломоносов.

**23.** «Напрасно строгая природа от нас скрывает место входа с берегов вечерних на восток. Я вижу умными очами: Колумб Российский между льдами спешит и презирает рок».

**24.** В 1748 г. Ломоносов ввел лабораторные занятия по химии для студентов. Это было за 75 лет до того, как немецкий химик Ю.Либах ввел такие же занятия для своих учеников.

**25.** «Первые основания металлургии или рудных дел», где были приведены данные не только из металлургии, но и описаны основы пробирного искусства, добывания серебра, исследования руд сухим способом; рассмотрены свойства разных квасцов, купоросов, селитры.

**26.** Это сказал Ломоносов в связи с прокаливанием металлов в запаянных ретортах. Он доказал, что их вес после нагревания не изменяется и что мнение Р.Бойля о присоединении тепловой энергии к металлам ошибочно.

**27.** Славяно-греко-латинская академия, Петербургская академия, Марбургский университет в Германии.

**28.** Отражательная способность, пластичность.

**29.** Летом 1752 г. Ломоносов закончил первую художественную работу – мозаичный «Образ Богоматери» по картине итальянского живописца Солимены».

### Интерпретация результатов игры

*О вы, которых ожидает  
Отечество от недр своих  
И видеть таковых желает,  
Каких зовет от стран чужих,  
О, ваши дни благословенны!  
Дерзайте ныне ободрены  
Раченьем вашим показать,  
Что может собственных Платонов  
И быстрых разумом Невтонов  
Российская земля рождать.*

**а)** Если вы набрали от 1 до 10 баллов, то научное поприще вам не грозит. Вы ищете в жизни легких путей. Что ж, прочтите, по крайней мере, наши ответы, и, быть может, что-то в биографии великого ученого-труженика вас заинтересует, и вы захотите узнать ее подробнее.

**б)** Если вы набрали от 11 до 20 баллов, то пока ваша научная деятельность заключается в изучении параграфов школьного учебника и 1–2 наиболее доступных источников информации. Но и это уже неплохо.

**в)** Если вы набрали от 21 до 29 баллов, вы обладаете хорошими способностями, умеете работать с дополнительной литературой. Безусловно, это поможет вам в дальнейшем.

**г)** Если вы набрали от 30 до 67 баллов... Поздравляем! У вас все задатки ученого: пытливым ум, любознательность, склонность к исследовательской деятельности, трудолюбие и другие замечательные качества. Продолжайте совершенствоваться в интересующей вас области знаний, и быть может, когда станете выдающимся человеком, вы с улыбкой вспомните, что начиналось все с простой игры.

### ЛИТЕРАТУРА

*Ефимовский Е.* Ракета и травинка. Л.: Детская литература, 1984; *Ишлинский А.Ю., Павлова Г.Е.* М.В.Ломоносов – великий русский ученый. М.: Педагогика, 1986; *Сомин Л.Е.* Увлекательная химия. М.: Просвещение, 1978.

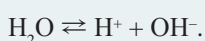
# О гидролизе солей

Л.П.ЩЕРБАКОВА,  
преподаватель химии,  
биологии, экологии  
технологического колледжа № 24,  
Москва

Представленный в статье материал посвящен одному из вопросов общей и неорганической химии — гидролизу средних солей. В современных программах по химии средней школы этот вопрос рассматривается некоторыми авторами, но недостаточно глубоко.

Гидролиз средних солей в данной публикации представлен полными и сокращенными ионными, а также молекулярными уравнениями и их объяснениями. Содержание работы предназначено для закрепления знаний школьников, помощи преподавателям химии при поиске материалов по этой теме и будет полезным в процессе подготовки к ЕГЭ.

▶ Вода является малодиссоциирующим веществом, лишь очень небольшое число молекул распадается на ионы по уравнению:



При этом образуется одинаковое количество ионов водорода  $\text{H}^+$  и гидроксид-ионов  $\text{OH}^-$ , концентрации которых при температуре  $22\text{ }^\circ\text{C}$  равны  $1 \cdot 10^{-7}$  моль/л. Такое содержание ионов характерно для нейтральной среды и обозначается через условный показатель —  $\text{pH}^*$ . В нейтральной среде  $\text{pH} = \text{pOH} = 7$ .

Можно увеличить содержание ионов водорода  $\text{H}^+$ , если внести в воду некоторое количество кислоты, при этом  $\text{pH}$  раствора станет меньше 7 ( $\text{pH} < 7$  — среда кислая). Аналогично можно увеличить содержание гидроксид-ионов  $\text{OH}^-$ , если внести в воду некоторое количество щелочи, при этом концентрация ионов  $\text{OH}^-$  увеличится,  $\text{pOH}$  станет меньше 7, а  $\text{pH}$  станет больше 7 ( $\text{pH} > 7$  — среда щелочная). Все это происходит потому, что  $\text{pH}$  и  $\text{pOH}$  связаны в водных растворах соотношением:

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14.$$

Но можно изменить концентрацию ионов  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$  в водном растворе, не вводя в него дополнительное количество ионов водорода  $\text{H}^+$  или гидроксид-ионов  $\text{OH}^-$ . Оказывается, что определенные группы средних солей при растворении в воде изменяют концентрации ионов  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$  в результате взаимодействия этих солей с водой. Такие реакции называются реакциями гидролиза.

*Гидролизом соли называется взаимодействие ионов, входящих в состав растворимой соли, с молекулами воды, в результате которого смещается ионное равновесие воды и изменяется  $\text{pH}$  среды.*

\*  $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$ . Показатель  $\text{pH}$  численно равен логарифму концентрации ионов водорода, взятому с противоположным знаком. — Прим. ред.

Гидролизу подвергаются соли, образованные:

1) сильным основанием (например,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ) и слабой кислотой ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4^{**}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{HNO}_2$  и др.);

2) сильной кислотой ( $\text{HClO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$  и др.) и слабым основанием ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  и др.);

3) слабым основанием и слабой кислотой ( $(\text{CH}_3\text{COO})_3\text{Al}$ ,  $\text{NH}_4\text{CN}$  и др.).

Соли, образованные сильным основанием и сильной кислотой, гидролизу **не** подвергаются (например: хлорид натрия  $\text{NaCl}$ , сульфат калия  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , нитрат цезия  $\text{CsNO}_3$ , перхлорат кальция  $\text{Ca}(\text{ClO}_4)_2$  и др.).

Реакции гидролиза протекают как обычные реакции обмена, их уравнения можно записывать и в ионном, и в молекулярном видах. Гидролиз солей, как правило, процесс обратимый, равновесный, что отмечается в уравнении стрелками, направленными в противоположные стороны.

Соли многоосновных кислот и многокислотных оснований гидролизуются ступенчато и преимущественно по первой ступени. Чтобы гидролиз таких солей пошел глубже, необходимы дополнительные воздействия на систему: повышение температуры, изменение концентрации ионов в растворе.

Рассмотрим несколько примеров гидролиза средних солей.

## П Р И М Е Р 1 . Гидролиз карбоната калия $\text{K}_2\text{CO}_3$

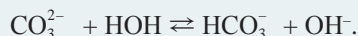
Эту соль можно рассматривать как соль, образованную сильным основанием ( $\text{KOH}$ ) и слабой кислотой ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ). Карбонат калия хорошо растворяется в воде, при этом он диссоциирует на ионы:



\*\* Напоминаем, что фосфорная кислота является сильной кислотой по первой ступени диссоциации, кислотой средней силы — по второй и слабой кислотой по третьей ступени. — Прим. ред.

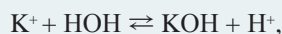


Молекулы воды образуют гидратированные ионы  $K^+ \cdot nH_2O$  и  $CO_3^{2-} \cdot nH_2O$ . При написании уравнений реакций гидролиза молекулы воды, входящие в гидратный комплекс, для упрощения записи опускаются. Кислотно-основное равновесие устанавливается только с анионом слабой угольной кислоты  $CO_3^{2-}$  (гидролиз по аниону):



Образуются устойчивые гидрокарбонат-ионы  $HCO_3^-$  и некоторое количество «избыточных» гидроксид-ионов  $OH^-$  – среда становится щелочной ( $pH > 7$ ).

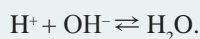
Если рассматривать взаимодействие ионов калия с водой:



то следует заметить, что образующийся гидроксид калия  $KOH$  как сильный электролит сразу же распадается на ионы по уравнению:



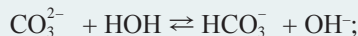
Одновременно происходит образование малодиссоциирующего соединения:



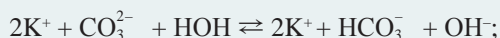
Таким образом, взаимодействие ионов  $K^+$  с молекулами воды не влияет на смещение ионного равновесия.

Гидролиз карбоната калия по первой ступени имеет следующий вид.

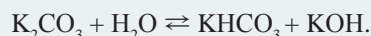
Сокращенное ионное уравнение (гидролиз аниона  $CO_3^{2-}$ ):



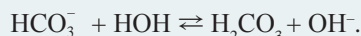
полное ионное уравнение (гидролиз соли):



молекулярное уравнение гидролиза соли  $K_2CO_3$  по первой ступени:

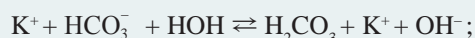


На второй ступени гидролизу также подвергается анион слабой кислоты – гидрокарбонат-ион:



При этом образуется слабая угольная кислота  $H_2CO_3$  и гидроксид-ионы  $OH^-$ , т.е. среда щелочная ( $pH > 7$ ).

Полное ионное уравнение второй ступени гидролиза:



молекулярное уравнение второй ступени гидролиза карбоната калия  $K_2CO_3$ :



При комнатной температуре гидролиз карбоната калия заканчивается на первой ступени. Чтобы гидролиз пошел глубже (по второй ступени) необходимо либо повысить температуру раствора, либо удалить избыток гидроксид-ионов, образовавшихся при гидролизе по первой ступени.

### П Р И М Е Р 2 . Гидролиз хлорида железа(II) $FeCl_2$

Хлорид железа(II) можно рассматривать как соль, образованную слабым основанием ( $Fe(OH)_2$ ) и сильной кислотой ( $HCl$ ).

Хлорид железа(II)  $FeCl_2$  – сильный электролит, хорошо растворяется в воде, при этом диссоциирует по уравнению:



С водой реагирует ион  $Fe^{2+}$  (гидролиз по катиону):

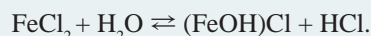


при этом образуется ион  $FeOH^+$  и избыточное количество ионов водорода  $H^+$ , следовательно, среда становится кислой ( $pH < 7$ ).

Полное ионное уравнение гидролиза хлорида железа(II) по первой ступени имеет вид:

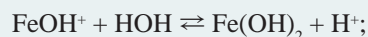


молекулярное уравнение первой ступени гидролиза записывается так:

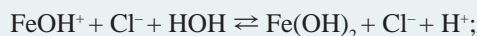


Вторую ступень гидролиза этой соли можно представить следующими уравнениями.

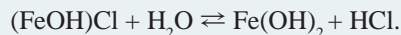
Сокращенное ионное уравнение, среда кислая ( $pH < 7$ ):



полное ионное уравнение:



молекулярное уравнение:



Следует подчеркнуть, что гидролиз данной соли по второй ступени незначителен.

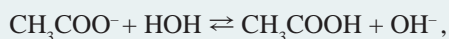
### П Р И М Е Р 3 . Гидролиз ацетата аммония $CH_3COONH_4$

Диссоциация этой соли, образованной слабым основанием (гидроксид аммония  $NH_4OH$ ) и слабой кислотой (уксусная кислота  $CH_3COOH$ ), представляется следующим образом:

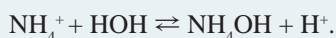




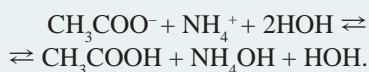
Процесс гидролиза идет одновременно и по аниону:



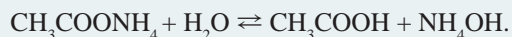
и по катиону:



Полное ионное уравнение получаем, сложив отдельно правые и левые части двух предыдущих уравнений:



После сокращения по молекуле воды в правой и левой частях уравнения получаем молекулярное уравнение данной реакции:



Из справочных данных  $K_{\text{дис}}(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,754 \cdot 10^{-5}$  и  $K_{\text{дис}}(\text{NH}_4\text{OH}) = 1,77 \cdot 10^{-5}$ . Следовательно, среда будет практически нейтральной.

#### Выводы

**1.** Гидролиз средней соли, образованной сильной кислотой и слабым основанием или сильным основанием и слабой кислотой, всегда идет по тому иону, ко-

торый соответствует более слабому электролиту, а pH среды определяется по сильному электролиту. Соль, образованная слабым основанием и сильной кислотой, дает кислую реакцию среды, поскольку идет гидролиз по катиону, и остается более сильная кислота. Соль, образованная сильным основанием и слабой кислотой, дает щелочную реакцию среды, поскольку идет гидролиз по аниону и остается сильное основание.

**2.** Если соль образована сильным основанием и сильной кислотой, то она гидролизу не подвергается.

**3.** Если соль образована слабым основанием и слабой кислотой, то одновременно идет гидролиз и по катиону, и по аниону, а реакция среды (pH) зависит от сравнительной силы образующихся кислоты и основания; если кислота сильнее – среда слабкокислая, если сильнее основание – среда слабощелочная, если кислота и основание по силе примерно равны – среда нейтральная.

#### Литература

Степин Б.Д., Цветков А.А. Неорганическая химия: Учебник для химических и химико-технологических специальностей вузов. М.: Высшая школа, 1994; Зеленин К.Н. Химия: Учебник для медицинских вузов. СПб.: Специальная Литература, 1997; Габриелян О.С., Остроумов И.Г. Химия. Учебник для студентов профильных учебных заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2008; Глинка Н.Л. Общая химия. М.: Изд-во Юрайт; ИД Юрайт, 2011.



# ПОДПИСКА-2012

журнал

## Химия – Первое сентября

### ТАРИФНЫЕ ПЛАНЫ НА ПОДПИСКУ 1-е полугодие 2012 г.

#### **Максимальный** – от 999 руб.

*бумажная версия + CD + доступ к электронной версии на сайте*

Подписаться можно на почте по каталогам «Роспечать» (индекс 32034), «Почта России» (индекс 79151) или на сайте [www.1september.ru](http://www.1september.ru)

#### **Оптимальный** – 594 руб.

*электронная версия на CD + доступ к электронной версии на сайте*

Подписаться можно на почте по каталогам «Роспечать» (индекс 26121), «Почта России» (индекс 12765) или на сайте [www.1september.ru](http://www.1september.ru)

#### **Экономичный** – 200 руб. **АКЦИЯ-2012\***

*доступ к электронной версии на сайте*

Подписаться по данному тарифному плану можно только на сайте [www.1september.ru](http://www.1september.ru)

#### **Бесплатный** – 0 руб. **ШКОЛА ЦИФРОВОГО ВЕКА\*\***

для педагогических работников образовательных учреждений, участвующих в Общероссийском проекте «Школа цифрового века». Подробности – на [digital.1september.ru](http://digital.1september.ru)



Бумажная версия

CD с электронной версией журнала и дополнительными материалами для практической работы

Доступ к электронной версии журнала на сайте. Дополнительные материалы включены

Именные сертификаты – пользователям электронной версии на сайте [www.1september.ru](http://www.1september.ru)

**ЭКОНОМИЧНЫЙ** тарифный план

**ОПТИМАЛЬНЫЙ** тарифный план

**МАКСИМАЛЬНЫЙ** тарифный план

На сайте [www.1september.ru](http://www.1september.ru) подписку можно оплатить по кредитным картам



\* **АКЦИЯ-2012**: подробности на с. 4 обложки этого номера.

\*\* **ШКОЛА ЦИФРОВОГО ВЕКА**: подробности на с. 13 этого номера.



# Роль экологического образования в формировании социальной компетенции учащихся

Е.И.ЗАМБРОВСКАЯ,  
преподаватель химии и биологии  
Екатеринбургского суворовского  
военного училища

В Национальной стратегии экологического образования в Российской Федерации указано на необходимость экологизации учебных дисциплин – привнесение в практику их преподавания элементов, ориентирующих, в первую очередь, на исследование и отражение методами конкретных предметов отношений и взаимодействия организмов и, в частности, человека с окружающей средой.

*Жить счастливо и жить с природой –  
одно и то же.*

Сенека, римский философ

**Ш**кольное образование должно способствовать решению важной воспитательной задачи – выработке у учащихся экологического мышления. К сожалению, учителя-предметники зачастую направляют все усилия на развитие лишь когнитивной стороны личности и забывают об эмоционально-ценностном компоненте содержания учебного материала. Этот компонент воздействует не только на разум, но и на чувства ребенка; выполняет системообразующую роль, раскрывая перед учащимся значимость изучения данного материала для сохранения окружающей среды, улучшения качества жизни; регулирует его поведение; заставляет находить в изучаемом материале все новые смыслы. Именно поэтому естествознание, биология, физика, химия и другие учебные предметы, изучающие законы природы и последствия их нарушения, представляют особую важность. Качество окружающей среды в значительной мере зависит от изменений состава воздуха, воды, почвы, в том числе вследствие внесения в них ксенобиотических веществ, что определяет особую роль химии.

Цель экологического воспитания – формирование личности, обладающей экологическим сознанием, на основании которого развиваются экологическое мышление и мировоззрение, реализуемые в виде совокупности конкретных действий и поступков людей, непосредственно или опосредованно связанных с воздействием на природное окружение, использованием природных ресурсов.

Экологическая культура – сложное структурное образование. Ряд авторов (Н.Ф.Винокурова, В.В.Николина) выделяют в ней, с учетом ценностного подхода, взаимосвязанные компоненты, обеспечивающие устойчивое развитие общества:

- когнитивный (экологически значимые знания);
- аксиологический (экологические ценности, оценки, отношения, переживания, «эмоциональный резонанс»);
- нормативный (нравственный и экологический императив, этические нормы, правила, запреты, экологические традиции);
- творческо-деятельностный (опыт созидательной, проективной, экологически оправданной деятельности);
- поведенческий (природосообразные поступки в отношении окружающей среды, сотрудничества в отношении с ней);
- экологический стиль мышления (рассмотрение природных и социокультурных процессов с позиции целостности, признания равноправного сосуществования человека и природы, ценности живой природы, единства с ней человека, субъективности природы).

В связи со спецификой современного периода развития нашего общества – обострением его духовного кризиса – выход можно найти, как считает С.И.Гессен, «в приобщении человека к культурным ценностям науки, искусства, нравственности, права, хозяйства, превращение природного человека в культурного».

Важнейшее место в разработке методологии экологического воспитания занимает его предметность. Экологизация школьного курса химии обусловлена необходимостью готовить учащихся к активному участию в решении насущных проблем защиты окружающей среды от загрязнения.

**В** настоящее время вопросы экологии находят свое отражение в новых учебных программах и содержании курса. Одним из эффективных методов формирования экологических знаний и умений школьников становится решение задач по экологической проблематике. Их использование в учебном процессе позволяет сделать теоретический материал аргументированным, более жизненным и менее академичным. В поисках ответа на вопрос задачи ученик невольно становится сопричастным к проблемам защиты природы, получает реальные возможности использовать приобретенные знания в жизни.

В условия задач могут быть включены следующие проблемы:

- двойственная роль химии – она, с одной стороны, служит человеку и природе, а с другой – приводит к нарушению биогеохимических процессов при неразумном использовании ее достижений человеком;
- технологическое несовершенство многих производств, связанное с накоплением отходов, появлением побочных продуктов, попаданием вредных веществ в природную среду;
- влияние отдельных химических элементов и их соединений на живые организмы, физиологическое воздействие отходов химической промышленности на человека и животных в рамках системы «человек – производство – природа».

Исходные данные для составления задач с экологическим содержанием можно получить из справочной и научно-популярной литературы, учебных пособий, статей и периодических изданий.

Среди разнообразных задач с экологическим содержанием я выделяю три группы.

**1. Задачи, которые позволяют раскрыть структуру и функционирование природных систем, выявить экологические проблемы, связанные с нарушениями равновесия в биосферных процессах и биогеохимических циклах, истощением природных ресурсов и ухудшением качества окружающей среды в результате ее загрязнения отходами химических и других производств.**

На нефтеперерабатывающем заводе негерметичное соединение коммуникаций иногда приводит к утечке



бензина и других нефтепродуктов. Например, при утечке одной капли бензина в секунду потери топлива в месяц составляют 130 л, а в год – 1560 л. Сколько километров мог бы пройти автомобиль в месяц и в год на потерянном топливе, если его расход составляет 15 л на 100 км? Какой вред могут принести окружающей среде потери нефти и нефтепродуктов?

**2. Задачи, в которых отражены вопросы регулирования состояния природной среды, разработки мер по предотвращению негативных последствий антропогенного воздействия.**

В этом случае важно показать возможность решения экологических проблем, включая в условия задач данные о создании технологий, по которым большая часть природных ресурсов, вовлекаемых в хозяйственный оборот, преобразуется в полезную продукцию. Необходимо раскрыть сущность новых способов утилизации отходов, которые на современном уровне развития науки и техники еще не используются.

Из 1 м<sup>3</sup> древесных отходов (сучья, пни, кора, щепа, листья) можно получить 60 л метанола. Рассчитайте массу 40%-го раствора формалина, который можно получить при окислении метанола объемом 0,272 см<sup>3</sup>, если плотность спирта составляет 0,79 г/см<sup>3</sup>.

**3. Задачи, способствующие формированию личностных качеств учащихся: этических норм отношения к природе, познавательного интереса, умения вариативно и нестандартно мыслить.**

Такие задачи часто бывают проблемными и по содержанию требуют самостоятельного поиска решения. Анализ экологической проблемы, отраженной в задаче, не только способствует активизации умственной деятельности школьников, расширению их кругозора в экологических вопросах, но и обуславливает выработку динамичности умственных действий, уводит от стандартизации и шаблона, раскрывает индивидуальные качества учащихся.

Максимально допустимая концентрация оксида углерода(II) в воздухе промышленного города не должна превышать 10 мг/м<sup>3</sup>. Какова масса оксида углерода(II) в помещении размером 2,5 × 15 × 40 м при таком уровне концентрации?

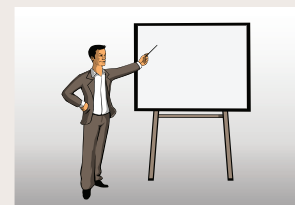
Использование на уроках химии задач с экологическим содержанием способствует становлению экологической культуры школьника, помогает построить жизнедеятельность на основе личностных экологических ценностей и смыслов.

#### ЛИТЕРАТУРА

Гессен С.И. Основы педагогики. Введение в прикладную философию. М.: Школа-Пресс, 1995; Николина В.В., Шалфицкая Г.П. Экология и культура: воспитание у учащихся ценностей экологической культуры в городской среде. Н.Новгород: Изд-во Волго-Вятской академии гос. службы, 2002.

СЦЕНАРИЙ УРОКА В 9 КЛАССЕ

# Общие химические свойства металлов



Т.М.ХАЛИМБЕКОВА,  
учитель химии  
гимназии-интерната  
музыкально-хореографического  
образования,  
г. Каспийск, Республика Дагестан

Динамичный урок, при проведении которого использовались и самостоятельная работа учащихся с текстом, и визуализация (обобщающие схемы) изучаемой темы курса химии, и эксперимент. В качестве закрепления материала предложена оригинальная химическая сказка.

**Цели. Обучающие:** научить анализировать, делать выводы; записывать уравнения реакций, взаимодействия веществ; самостоятельно, с соблюдением техники безопасности, проводить опыты, решать экологические проблемы.

**Развивающие:** развивать интерес к химии, логическое мышление, навыки составления уравнений реакций и проведения лабораторных опытов.

**Воспитательные:** воспитывать культуру химического эксперимента, умение создавать на уроке творческую и демократическую обстановку, исключаящую равнодушие.

## Методы и методические приемы.

- 1) Самостоятельная работа с текстовым заданием.
- 2) Иллюстративно-поэтическое объяснение материала.
- 3) Практическая работа с реактивами.
- 4) Работа в группе и обмен информацией.

## ХОД УРОКА

### I. Химическая разминка

#### 1. Экспресс-опрос (с использованием сигнальных знаков).

Учащиеся поднимают карточку со знаком «+», если физическое свойство относится к металлам, и карточку со знаком «-», если не относится.

- Металлический блеск.
- Газообразное состояние вещества.
- Ковкость.
- Отсутствие электропроводности.
- Теплопроводность.
- Аллотропия.
- Электропроводность.
- Твердое состояние вещества.
- Резкий запах.

#### 2. Фронтальная беседа по вопросам.

- 1) Почему у металлов сходные свойства?
- 2) Где расположены металлы в периодической системе химических элементов?

3) Сколько электронов находится, как правило, на внешнем энергетическом уровне в атомах металлов? Есть ли исключения?

4) Используя ряд напряжений металлов, покажите, на какие группы можно разделить металлы по химической активности.

5) Назовите 10 активных, 7 неактивных и 10 малоактивных металлов.

6) Какие свойства могут проявлять атомы металлов: окислительные или восстановительные?

Отдельное внимание уделяется вопросу, какие правила техники безопасности нужно соблюдать при нагревании веществ; при работе с кислотами, щелочами.

### II. Химические свойства металлов

Класс делится на пять групп, каждая группа получает свое задание. На обсуждение и подготовку доклада дается 5 мин. Затем учащиеся выполняют у доски (демонстрационно) практическую часть задания, делают выводы, записывают на доске правила и уравнения химических реакций.

#### Задания для групп

##### Группа 1.

##### ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕТАЛЛОВ С ПРОСТЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

1. Ответьте на вопрос: атомам каких элементов могут отдавать свои электроны атомы металлов?

2. Запишите уравнения реакций взаимодействия:  
а) магния с хлором; б) лития с кислородом; в) железа с серой.

3. Составьте электронные балансы уравнений реакций, указанных в п. 2. Укажите окислитель и восстановитель.

4. Проведите опыт «Взаимодействие железа с серой»: смешайте порошки железа и серы, осторожно нагрейте. Продемонстрируйте классу результат.

5. Сделайте вывод по проведенному опыту.

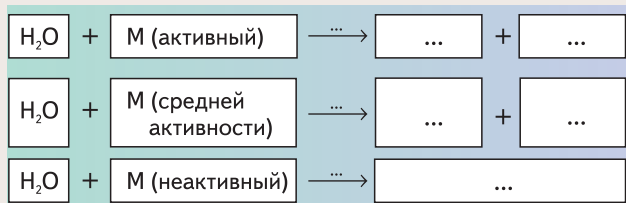
6. Предположите экологический аспект этого взаимодействия.



**Группа 2.**

*Взаимодействие металлов с водой*

1. Запишите уравнения реакций взаимодействия с водой натрия и цинка. Укажите условия.
2. Составьте электронные балансы уравнений реакций из п. 1; укажите окислитель и восстановитель.
3. Допишите обобщающую схему:

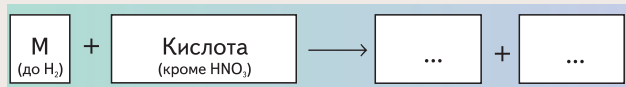


4. Проведите опыт «Взаимодействие металлов с водой»: в три пробирки с водой, в которую добавлен фенолфталеин, опустите одновременно небольшие кусочки натрия, цинка, меди. Объясните происходящие изменения, опираясь на электрохимический ряд напряжений металлов.
5. Сделайте вывод по проведенному опыту.
6. Предположите экологический аспект этого взаимодействия.

**Группа 3.**

*Взаимодействие металлов с кислотами*

1. Запишите уравнения реакций взаимодействия с соляной кислотой натрия и цинка. Укажите условия.
2. Составьте электронные балансы уравнений реакций из п. 1; укажите окислитель и восстановитель.
3. Допишите обобщающую схему:

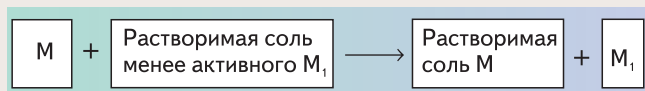


4. Проведите опыт «Взаимодействие металлов с кислотами»: в три пробирки с растворами соляной кислоты опустите небольшие кусочки натрия, цинка, меди. Объясните происходящие изменения, опираясь на электрохимический ряд напряжений металлов.
5. Сделайте вывод по проведенному опыту.
6. Предположите экологический аспект этого взаимодействия.

**Группа 4.**

*Взаимодействие металлов с растворами солей*

1. Запишите молекулярные и ионные уравнения реакций взаимодействия железа и цинка с раствором  $CuSO_4$ .
2. Составьте электронные балансы уравнений реакций из п. 1; укажите окислитель и восстановитель.
3. Допишите схему:

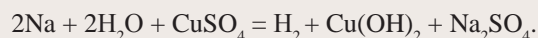
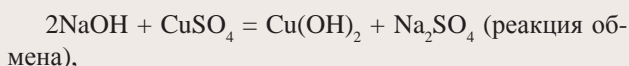
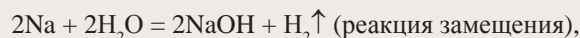


4. Проведите опыт «Взаимодействие железа и цинка с раствором сульфата меди(II)»: в две пробирки с раствором сульфата меди(II) опустите железный гвоздь, гранулу цинка.

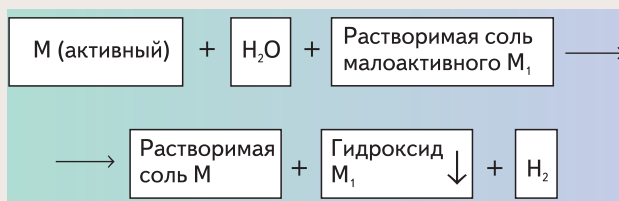
Объясните происходящие изменения, опираясь на электрохимический ряд напряжений металлов.

5. Сделайте вывод по проведенному опыту.
6. Предположите практическое применение и экологический аспект этого взаимодействия.

Учитель добавляет к ответу учеников, что активные металлы взаимодействуют с растворами солей по-иному, и демонстрирует взаимодействие натрия с раствором сульфата меди(II). Учитель объясняет, что в данном случае натрий, в первую очередь, взаимодействует с водой с образованием гидроксида натрия и водорода, гидроксид натрия, в свою очередь, взаимодействует с раствором сульфата меди(II) и образуется осадок гидроксида меди(II). Ученики записывают уравнения этих процессов и, суммируя их, записывают общее уравнение реакции:



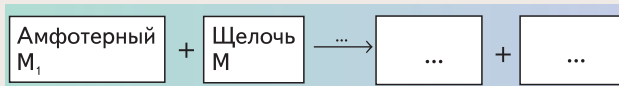
Затем составляют схему-вывод:



**Группа 5.**

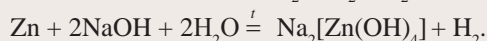
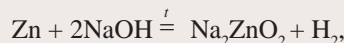
*Взаимодействие амфотерных металлов со щелочами*

1. Назовите известные вам амфотерные металлы.
2. Запишите молекулярные формулы гидроксида цинка как а) основания, б) кислоты.
3. Допишите обобщающую схему:



4. Проведите опыт «Взаимодействие цинка с раствором щелочи»: в концентрированный раствор гидроксида натрия опустите гранулы цинка и осторожно нагрейте. Объясните наблюдаемые изменения.

5. Запишите уравнения реакций взаимодействия металлического цинка с гидроксидом натрия. (Эти уравнения школьникам помогает записывать учитель.)

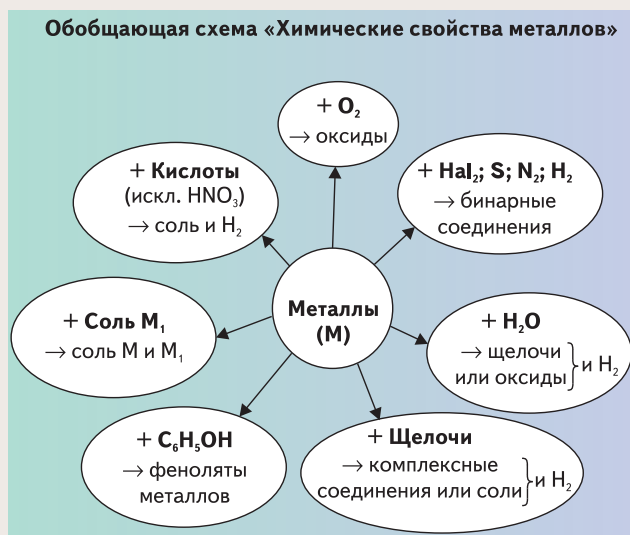


6. Сделайте вывод.

Учитель и учащиеся совместно оценивают работу каждой группы. Далее учитель добавляет, что металлы взаимодействуют с органическими веществами тоже, но этот вопрос будет рассмотрен в 10-м классе.

### III. Закрепление материала

Вместе с учащимися составляется обобщающая схема. Устно повторяются правила.



Далее учащимся предлагаются иллюстрированные сказки: они должны узнать описываемое свойство и ответить на предлагаемые вопросы.

#### Иллюстрированные сказки

##### А У НАС ВО ДВОРЕ

Ртуть на лавочке сидела, рядом Медь дремала.  
 Цинк взобрался на забор, очень рад – все видит он!  
 Ну а Натрий непоседа, всем спортсмен  
 известный,  
 Лихо на одной руке крутит «солнце» на турнике.  
 Дело было вечером, делать было нечего.  
 Вдруг, откуда ни возьмись, тучка прибежала.



Рисунок к химической сказке  
 «Ртуть на лавочке сидела...»

Озорница все металлы из лейки обливала.  
 Через несколько секунд вдруг один металл исчез.  
 Через некоторое время второй металл  
 прибавил вес.

Долго, долго обливала тучка двух лентяев.  
 А они не шелохнулись, так сидят и до сих пор.  
 Почему? Кто мне ответит? Что случилось с  
 остальными?  
 (Идет обсуждение с учащимися.)



Рисунок к химической сказке  
 «Дело было вечером, делать было нечего...»

Дело было вечером, делать было нечего.  
 Магний вышел погулять, из рогатки пострелять.  
 Через окно его увидел Алюминий  
 И быстро выбежал с ножом в руке.  
 Хотел увековечить свое имя  
 На дереве, что во дворе.  
 Решили Магний с Алюминием на улицу дружка  
 позвать.  
 Громко крикнув: «Серебро, мы ждем!»,  
 Направились скорее к дереву вдвоем.  
 Магний из рогатки птиц гонял,  
 Алюминий лихо буквы «А» и «I» (эль)  
 на коре осины вырезал.

Серебро лениво подошло к друзьям,  
 На траву присело, задремало там.  
 Вдруг раздался звук свистка. И походкой легкой  
 Подошла к ним Кислота в милицейской форме.  
 Лихо козырнула им смелая девчонка,  
 Негодяев всех прожгла своим кислотным взором.  
 Было трое во дворе смельчаков металлов.  
 После встречи с Кислотой  
 Сколько их осталось?  
 (Идет обсуждение с учащимися.)

##### НА ДИСКОТЕКЕ

Сегодня праздник у ребят – у Серебра с Железом.  
 И щеки их с утра горят, сверкая  
 металлическим блеском.  
 Принарядившись вечером и захватив  
 с собою электроны,



Рисунок к химической сказке  
«Сегодня праздник у ребят...»

*Отправились друзья все в «Бриз», который в парке  
рядом с морем.  
А в «Бриз» музыка гремит, и под нее кружатся  
пары.  
Брейк-данс танцует лихо Медь на пару здесь  
с Сульфат-ионом.  
А рядом с ними в ритме танго проплыл, качаясь,  
Алюминий  
В обнимочку с Нитратом. Нитрат-ион  
понравился друзьям.*

*«Я первое танцую с ним!» – Железо вслух сказало.  
И в «па», и в «де», и в «па-де-де» Железо так  
крутилось!  
Но не смогло с Нитратом быть, никак  
не получилось!  
Вперед выходит Серебро, сверкая в лунном свете.  
Но Алюминий, ну никак не видит гневный блеск тот!  
Тогда сердитое Железо подходит быстро к Меди.  
И Медь безропотно садится отдыхать.  
Сульфат танцует брейк с Железом!  
Не суждено в тот вечер было размяться  
в танце Серебру.  
Но почему? Кто может дать ответ?  
(Идет обсуждение с учащимися.)*

#### IV. Рефлексия

С помощью сигнальных карточек «+» и «-» учащиеся дают ответы на предложения учителя:

я узнал много нового;  
урок понравился;  
на уроке все было понятно.

#### V. Домашнее задание

Параграфы 9, 10 по учебнику О.С.Габриеляна  
«Химия. 9 класс» (М.: Дрофа, 2005).

Рисунки к уроку подготовил учитель рисования Б.Г.Асланов.

#### ● КОНКУРС «Я ИДУ НА УРОК»

ИНФОРМАЦИОННО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОЕКТ УЧАЩИХСЯ

11 ХИМИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО КЛАССА

## «Сладкая жизнь» по всем правилам



Е.П.КИМ,  
учитель химии  
гимназии № 1,  
г. Саратов

Статья сопровождается авторской презентацией, помещенной на компакт-диске, прилагаемом к этому номеру.

Сегодня в школе метод проектов уже перестал быть чем-то сложным и недостижимым, а современные педагогические технологии стали неотъемлемой частью методики преподавания. Это вызвано тем, что перед школой поставлена задача формирования личности обучающегося, способного добывать и применять знания, обдумывать принимаемые решения, планировать действия, уметь эффективно сотрудничать в творческих группах. В своей практике я использую проектную деятельность, предлагая учащимся как индивидуальные, так и групповые коллективные проекты, один из которых представлен ниже.

**Актуальность исследования.** Проблема правильного питания всегда стояла перед обществом. Современный человек испытывает немало стрессов и волнений. Чтобы сгладить возникающие проблемы, люди

довольно часто «заедают» их различными сладкими продуктами. Какие химические соединения обладают сладким вкусом? Каково их строение? В чем положительные и отрицательные стороны их влияния на



организм? Каковы принципы правильного питания? Вот неполный перечень вопросов, на которые участники проекта дают ответ.

#### Этапы работы над проектом.

1. Выбор тематики учебного проекта.
2. Постановка цели, формулировка задач.
3. Распределение учащихся по творческим группам: «Теоретики», «Экспериментаторы», «Медики», «Диетологи», «Социологи», «Филологи».
4. Обсуждение вопросов исследования (индивидуально для каждой группы).
5. Распределение обязанностей между членами группы.
6. Поиск информации, исследования.
7. Консультации с руководителем, специалистами (учителем химии, учителем биологии, родителями-врачами).
8. Заключительное занятие.
9. Анализ работы над проектом: анкетирование, замечания, ошибки, предложения, комментарии, рекомендации.

**Оформление кабинета.** Таблицы «Моносахариды», «Полисахариды»; брошюра «Диеты»; буклет – результат работы над проектом; напечатанные поговорки и пословицы о сладостях, сладкие угощения (баранки, сушки, конфеты), выставка продуктов, содержащих углеводы (напитки, молочные продукты, пирожные и т.п.); анкета для участников проекта, презентация.

**Оборудование и реактивы.** Демонстрационный столик, штатив с пробирками, спиртовка, держатель для пробирок, асбестовая сетка, спички, раствор свежесваренного яблочного сока, растворы сульфата меди(II) и гидроксида натрия.

## ХОД ЗАНЯТИЯ

Вступительное слово руководителя (учителя химии) о ходе работы над проектом.

#### Руководитель проекта.

*Очень часто говорят:  
Дети любят мармелад,  
Шоколадные конфеты,  
Тожже важные приметы  
Торты, слойки и печенье,  
Крем, домашнее варенье  
И хрустящие орешки –  
Они – просто сладкоежки!*

(Елена Эрато.)

*О сладкой жизни люди мечтали всегда. Ну конечно, не только о пряниках и меде. Не случайно сладкими называют приятный сон, поцелуй, воспоминание. Сегодня мы посвящаем знание «съедобной части» этой мечты о сладкой жизни. Этот урок – заключительный этап работы учащихся 11-го химико-биологического класса над проектом «“Сладкая жизнь” по всем правилам».*

*Любовь к сладкому заложена в человеке на генетическом уровне. Первое питание в жизни младенца – это грудное молоко, сладость которому придает молочный сахар – лактоза. Введение прикорма расширяет ассортимент источников углеводов. После года детям разрешается давать небольшое количество сахара.*

*Конечным продуктом расщепления углеводов является известная всем глюкоза. Вопрос о многообразии углеводов, их строении изучала группа «Теоретики».*

#### Отчет группы «ТЕОРЕТИКИ»

(Показ слайдов.)

Сладости бывают неуглеводного и углеводного происхождения. Углеводы делятся на простые и сложные.

#### Простые углеводы.

*Глюкоза и фруктоза.*

Глюкоза и фруктоза – изомеры, имеющие одну и ту же молекулярную формулу, но различное химическое строение. В состав глюкозы входит альдегидная группа, а фруктозы – кетогруппа.

Обычно для изображения изомеров моноз используют проекционные формулы Фишера. Этот метод позволяет представить различное положение атомов водорода и гидроксильных групп в пространстве относительно углеродной цепи. Моносахариды существуют в виде двух форм: открытой (ациклической) и закрытой (циклической). В водных растворах эти формы могут переходить друг в друга (процесс называется циклооксотаутомерией).

В отличие от линейной формы циклическая (или полуацетальная) форма не содержит карбонильной группы.

Глюкоза в водных растворах существует в трех формах, способных переходить одна в другую: открытой (линейной) и двух циклических – пятичленной и шестичленной. Циклические формы отображаются формулами Хеуорса. Пятичленные циклы называются фуранозами, а шестичленные – пиранозами. В зависимости от положения полуацетального гидроксила различают  $\alpha$ - и  $\beta$ -формы: в  $\alpha$ -изомерах он находится под плоскостью кольца, а в  $\beta$ -изомерах – над плоскостью кольца.

#### Сложные углеводы.

*Дисахариды.*

Наиболее известные дисахариды (биозы) – сахароза (тростниковый сахар) и лактоза (молочный сахар).

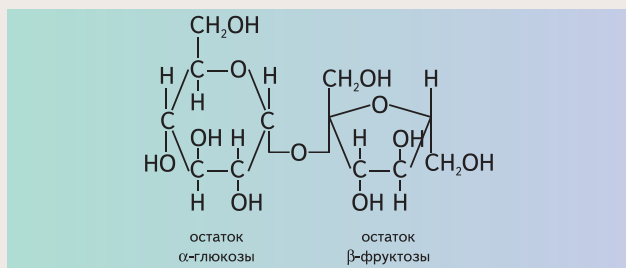
*Сахароза и лактоза.* В состав дисахаридов входят моносахариды, находящиеся в циклических формах. Связь между двумя молекулами моносахаридов всегда образуется с помощью двух гидроксильных групп – по одной от каждой молекулы монозы. Однако характер этих гидроксильных групп не всегда одинаков. Если одна молекула предоставляет всегда полуаце-

тальный гидроксил, то вторая молекула может также предоставить полуацетальный гидроксил (в этом случае образуется гликозид-гликозидная связь) или любой другой гидроксил (тогда образуется гликозид-гликозная связь).

Если в образовании связи участвует только один полуацетальный гидроксил, то он сохраняется и в дисахариде. Молекула такого дисахариды способна переходить в ациклическую альдегидную форму. Подобные дисахариды восстанавливают такие вещества, как  $\text{Ag}_2\text{O}$  и  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ , поэтому их называют восстанавливающими. К восстанавливающим дисахаридам относится, в частности, лактоза.

Дисахариды, образующиеся за счет взаимодействия двух полуацетальных гидроксильных групп, не дают реакцию «серебряного зеркала» и не восстанавливают гидроксид меди(II), поэтому их называют невосстанавливающими дисахариды. Пример невосстанавливающего дисахариды – сахароза.

**Сахароза**  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ . Образуется в результате реакции конденсации молекул глюкозы и фруктозы, сопровождающейся удалением одной молекулы воды.



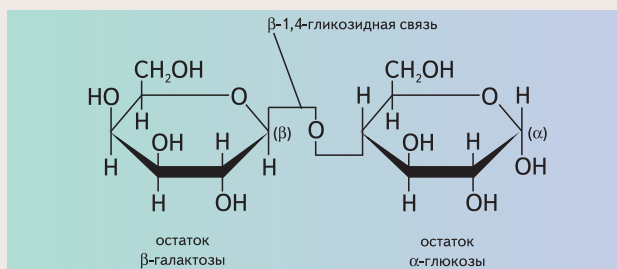
Сахароза

С незапамятных времен человечество знакомо с сахарозой. Еще Александр Македонский знал, что в Индии есть тростник, из которого можно получить мед без пчел. Жители африканского континента извлекали сахарозу из пальмового сока, североамериканские индейцы – из кленового. Сахароза, по сути, и есть тот сахар (песок, рафинад), который является общеизвестным продуктом питания. Массовое производство сахара из свеклы началось полтора века тому назад во Франции.

В нашем организме в результате гидролиза из сахарозы (дисахариды) образуются оба упомянутых выше моносахарида в равных количествах. Катализаторами гидролиза в организме служат ферменты, однако и нагревание может ускорить гидролиз, поэтому, когда сиропы долго кипятят, они становятся слаще за счет образования фруктозы.

**Лактоза.** Этот углевод называют еще молочным сахаром, т.к. он содержится преимущественно в молоке животных. Лактоза, как и сахароза, – дисахарид, но в ее молекуле с глюкозой связана не фруктоза, а галактоза. Глюкоза и галактоза отличаются лишь взаимным расположением атома водорода и гидроксильной группы при одном из атомов углерода. Однако в сложных

биохимических превращениях пищи такое различие имеет огромное значение.



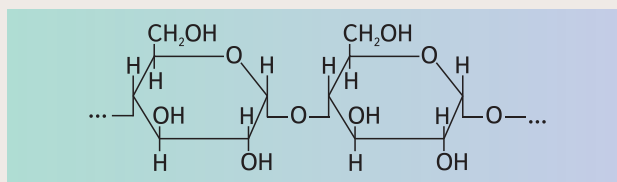
Лактоза

С лактозой человек знакомится с первых дней жизни, т.к. это единственный углевод, присутствующий в материнском молоке.

Так же, как и глюкоза, лактоза может «бродить» под действием определенных штаммов бактерий и дрожжей. Конечными продуктами брожения могут быть молочная, пропионовая, масляная кислоты, спирты и другие соединения.

### Полисахариды.

**Крахмал.** Формула крахмала –  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ . Крахмал представляет собой смесь линейных и разветвленных макромолекул. Степень полимеризации этого вещества



Крахмал

чрезвычайно велика: его молекулярная масса исчисляется миллионами а.е.м. Для растительных организмов крахмал играет ту же роль, что и для животных гликоген – он подвергается гидролизу, и в итоге образуется глюкоза:



Процесс гидролиза крахмала в организме человека сложный, но технологически отработанный – ферментативный гидролиз крахмала начинается уже на языке:



Мальтоза не успевает превратиться в моносахарида за то время, которое мы обычно затрачиваем на пережевывание пищи, и процесс образования глюкозы из крахмала заканчивается уже в пищеварительном тракте. Однако если содержащую крахмал пищу (например, хлеб) пожевать, скажем, минуту или полторы, появляется отчетливый сладкий вкус.

Наш организм получает крахмал в основном с картофелем, однако массовая доля этого углевода в клубнях не превышает 20%. Гораздо богаче крахмалом

зерновые: рис – 80 %, кукуруза – 74 %, пшеница – 60 %.

**Целлюлоза (клетчатка).** Это растительный полисахарид сложного строения с такой же общей формулой, как и крахмал ( $C_6H_{10}O_5)_n$ .

Отличие крахмала от целлюлозы — в характере сочленений циклических фрагментов глюкозы, из которых образованы оба полисахарида. В целом же в гигантских молекулах целлюлозы больше линейных, а в крахмале больше разветвленных участков.

Примером чистой целлюлозы может послужить фильтровальная бумага или кусок ваты. В растениях целлюлоза чаще всего соединена с другими органическими веществами.

Поступая в наш организм с растительной пищей, клетчатка проходит желудок, практически не изменяясь. Только травоядные животные и такие насекомые, как термиты, способны активно осваивать этот полимер: в их желудках находится особый род бактерий, вырабатывающий фермент целлюлазу. Этим «ключом» легко размыкаются связи между фрагментами глюкозы. В кишечнике человека в зависимости от состава пищи переваривается лишь незначительная часть поступающей туда клетчатки. Остальная ее масса так и выводится из организма непереваренной, но при этом целлюлоза способствует повышенному выделению пищеварительных соков на всем своем пути, что нормализует работу кишечника.

**Руководитель проекта.** *Как обнаружить углеводы в пищевых продуктах? Этот вопрос изучали участники группы «Экспериментаторы».*

#### Отчет группы «ЭКСПЕРИМЕНТАТОРЫ»

(Показ слайдов.)

##### Обнаружение углеводов в пище.

##### 1. Как обнаружить углеводы в шоколаде?

Содержание углеводов в разных сортах шоколада неодинаково.

Для исследования использовали два сорта: темный («Российский») и молочный («Аленка»). В молочном шоколаде помимо сахарозы содержится лактоза, а в темном – только сахароза.

Как было отмечено выше, лактоза, в отличие от сахарозы, является восстанавливающим сахаром и способна реагировать с аммиачным раствором оксида серебра или реактивом Фелинга.

Насыпаем в одну пробирку тертый темный шоколад (примерно 1 см по высоте), а в другую – молочный шоколад. В обе пробирки приливаем по 2 мл дистиллированной воды. Затем добавляем 1 мл 10%-го раствора NaOH и 2–3 капли 10%-го раствора сульфата меди(II). Встряхиваем пробирки: в обеих пробирках появляется ярко-синее окрашивание. Такую реакцию дает сахароза (как многоатомный спирт).

Содержимое обеих пробирок нагреваем. В пробирке с молочным шоколадом появляется осадок красно-

го цвета, следовательно, молочный шоколад содержит восстанавливающий сахар – лактозу.

##### 2. Как обнаружить углеводы в мороженом?

В мороженом также содержатся сахароза и лактоза, которые можно обнаружить по описанной выше методике. Мороженое смешивается с водой в соотношении 1:8; при приливании к полученной смеси гидроксида натрия и сульфата меди(II) наблюдается, как и в случае с шоколадом, синее окрашивание. Это качественная реакция на многоатомные спирты.



Обнаружение углеводов в пище

Приливаем раствор гидроксида меди(II) к исходной смеси и нагреваем – появляется красный осадок оксида меди(I). Это качественная реакция на альдегидную группу, подтверждающая, что лактоза способна переходить в альдегидную форму и обладает восстанавливающими свойствами.

Аналогичный эксперимент позволяет обнаружить глюкозу в свежевыжатом яблочном соке. Член группы экспериментаторов демонстрирует опыт.

**Руководитель проекта.** *Итак, как обнаружить глюкозу химическим путем, мы знаем. А какие органы человеческого организма определяют сладкий вкус?*

*«Две ложки сахара положить или одну?», «А может, вообще обойтись без сахара?» Признайтесь, кто из вас задавал себе эти вопросы? Известно, что сахар – это «белая смерть». Так нельзя ли его заменить другими невредными, но сладкими веществами? О веществах, имеющих сладкий вкус, но не являющихся углеводами, расскажет нам представитель группы «Теоретики».*

#### Отчет группы «ТЕОРЕТИКИ»

(Показ слайдов.)

##### Какое вещество самое сладкое?

Сладкий сок сахарного тростника был известен аборигенам Америки за много столетий до нашей эры. В Европу он проник через Индию, где уже пять тысяч лет назад сладкий сок и порошок из сахарного тростника считались лекарственным средством. Сгущенный сок тростника там называли «саркарой». Однокоренные названия встречаются во многих языках мира (до-



статочно вспомнить слова: украинское слово *цукор*, английское *sugar*, французское *sucre*, немецкое *Zucker*.

Первый в России сахарный завод, использовавший привозной тростниковый сахар-сырец, был построен в Санкт-Петербурге в 1719 г. В настоящее время две трети мировой продукции сахара – это тростниковый сахар, на долю сахарной свеклы приходится одна треть. Рафинированная, 99,9%-я сахароза – одно из самых многотоннажных чистых органических соединений, выпускаемых промышленностью. А суммарный годовой урожай сахарного тростника, приближающийся к миллиарду тонн, значительно превышает урожай любой другой сельскохозяйственной культуры.

Тысячелетиями сахарный тростник был единственным поставщиком сахарозы. И только в 1747 г. немецкий химик Андреас Маргграф обнаружил под микроскопом кристаллы сахара в тонких срезах корней свеклы, что привело в дальнейшем к возникновению свеклосахарного производства в Европе. В России первый свеклосахарно-спиртовой завод был построен в 1802 г. в Тульской губернии. Чистота производимого сахара-сырца была около 85 %; отходы сахарного производства перерабатывали в этиловый спирт. А через 100 лет в стране работали уже сотни сахарных заводов, производящих около 1,5 млн т сахара в год.

Сахарный тростник, в отличие от сахарной свеклы, в наших краях не произрастает. Поэтому не удивительно, что мы привыкли именно к свекловичному сахару, а название «тростниковый» вызывает у нас подозрение. Любопытно, что в Америке все было наоборот: в конце XIX в., когда свеклосахарное производство в США было относительно молодым, многие американцы считали, что свой родной тростниковый сахар – это и есть настоящий сахар, а свекловичный – суррогат. С точки же зрения наших работников сахарной промышленности существование двух источников сахарозы очень удобно: привозной тростниковый сахар-сырец позволяет загрузить заводы в межсезонье, когда нет сахарной свеклы. Так что мы едим сахар, выделенный как из свеклы, так и из тростника.

В небольших количествах сахароза всегда присутствует в листьях и семенах растений; в большем количестве – в плодах, особенно сладких, таких, как абрикос, персик, груша. В абрикосах, например, сахарозы может быть до 10 % (наряду с 3 % глюкозы и таким же количеством фруктозы). Еще больше сахарозы в бананах – до 13,7 % (в них также много глюкозы – 4,7 % и фруктозы – 8,6 %). В березовом соке сахарозы от 0,5 до 1,2 %. Но, конечно, производить сахар из этих растений нецелесообразно.

Интересно, что такие сладены, как пчелы, в несколько раз менее чувствительны к сахару, чем человек: они не считают сладким даже раствор, содержащий в литре 20 г сахара. Этот, странный на первый взгляд, факт становится понятным, если учесть, что в цветочном нектаре сахаров содержится куда больше –

от 40 до 70 %, поэтому пчела просто не отвлекается на малопитательные продукты.

За стандарт сладости принимают привычный всем пищевой сахар (сахарозу), который получают из свеклы или тростника; ее сладость принимают за единицу. В «сахарозных единицах» измеряют сладость и других веществ. Опытный дегустатор может почувствовать присутствие сахарозы в воде при очень малой ее концентрации – около 10 ммоль/л, или примерно 3,5 г/л (0,35%).

Является ли сахароза самым сладким сахаром? При гидролизе сахароза расщепляется на два моносахарида – глюкозу и фруктозу. Фруктоза – самый сладкий из сахаров, она в 1,7 раза слаще сахарозы, а вот глюкоза, вопреки распространенному мнению, в 1,3 раза менее сладкая, чем обычный сахар. Намного слаще сахарозы некоторые ее замещенные производные; например, 1',4,6'-трихлор-1',4,6'-тридезоксисахароза, в которой три гидроксильные группы заменены атомами хлора, слаще сахарозы в 2000 раз.

Еще один широко распространенный дисахарид – молочный сахар, или лактоза (от лат. *lactis* – молоко), содержится в молоке в количестве 4–5 %; лактоза втрое менее сладкая по сравнению с сахарозой.

В диетическом питании широкое распространение получили сорбит (это слово происходит от латинского названия рябины: *Sorbus aucuparia*) и ксилит (от греч. *xylon* – дерево). Восстановление глюкозы в сорбит осуществляется в промышленных масштабах и является одной из стадий синтеза витамина С. Сладость сорбита в «сахарозных единицах» равна 0,5, тогда как у ксилита она вчетверо выше. От них ощущение сладкого вкуса сохраняется дольше, чем у сахарозы; кроме того, они немного «холодят» язык. С химической точки зрения сорбит и ксилит, собственно, и не сахара вовсе, а многоатомные спирты (пятиатомный – ксилит, шестиатомный – сорбит), наподобие глицерина (название глицерина произошло от греческого *glykeros*, означающего «сладкий»). Поэтому сорбит и ксилит не требуют для усвоения инсулина и могут употребляться больными диабетом.

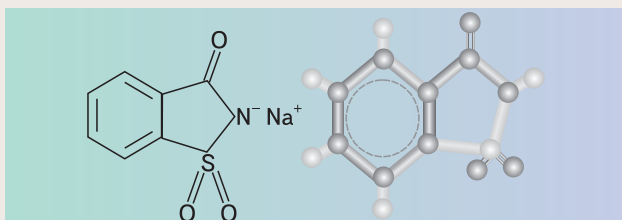
Сладким вкусом обладают не только сахара и некоторые спирты. Известны сладкие вещества, которые по своему химическому строению не имеют ничего общего с обычным сахаром. Среди них есть даже неорганические соединения. Например, бериллий раньше назывался глюцинием (тот же корень, что и у глицерина) из-за сладкого вкуса растворов его солей, ацетат свинца по той же причине называют иногда «свинцовым сахаром». Эти соединения очень ядовиты. Сладки и некоторые соли серебра. Для пищевых целей нужны, конечно, совсем другие соединения – нетоксичные, желательны малокалорийные, и притом относительно дешевые.

А почему малокалорийные? Многие врачи считают, что чрезмерное употребление сахара и сладостей – причина некоторых заболеваний; содержимое наших

сахарниц иногда называют даже «белым убийцей». Один диетолог пошел еще дальше, заявив, что ни одно изобретение в истории человечества не было столь болезнетворным, как способ очистки свекольного или тростникового сока, позволяющий в массовом масштабе выделять чистую сахарозу.

Если удастся подыскать для нее подходящий пищевой заменитель, то, возможно, производство «белого убийцы» сократится на миллионы тонн, а с ним исчезнут многие заболевания, связанные с чрезмерным пристрастием к лакомствам.

Самый старый и наиболее известный пищевой заменитель сахара – сахарин, он в 500 раз слаще сахарозы. Формула сахарина довольно проста – это циклический имид 2-сульфобензойной кислоты:



Сахарин

Чтобы почувствовать вкус раствора сахарина, достаточно всыпать в железнодорожную цистерну воды всего ложку этого вещества. Впервые это вещество синтезировали в 1878 г. американцы А.Ремсен и К.Фальберг. А случилось это так. В лаборатории профессора Ремсена работал молодой эмигрант из России Фальберг. Он занимался синтезом некоторых производных толуолсульфамида. Как-то он сел обедать, не вымыв как следует руки, и почувствовал во время еды сладкий вкус во рту. Придя в лабораторию, он начал проверять на вкус подряд все реагенты, с которыми работал. Один из промежуточных продуктов синтеза оказался очень сладким, хотя и с неприятным горько-металлическим привкусом. Вещество назвали сахарином. В организме сахарин не подвергается метаболизму и выводится с мочой. В небольших дозах он безвреден, однако в некоторых странах применение его запрещено.

А в 1884 г. другой американский химик, Дж.Берлинерблау (интересно, что в переводе с немецкого эта фамилия означает «берлинская лазурь») тоже случайно получил еще одно сладкое вещество – 4-этокси-фенилмочевину. Вещество назвали дульцином, что означает «сладкий»; оно было в 200 раз слаще сахара и применялось в течение полувека, пока не было установлено, что оно является канцерогеном.

Сравнительно недавно (до 1969 г.) в качестве малокалорийных подсластителей применялись родственные сахарину циклогексилсульфаматы (сокращенно – цикламаты) натрия или кальция, которые представляют собой соли циклогексилсульфаминовой кислоты. Цикламаты куда менее сладки, чем сахарин, но все же в несколько десятков раз слаще сахара. Организмом они тоже не усваиваются.

В 1965 г. американские химики Р.Мазур и Дж.Шлаттер обнаружили, что у метилового эфира L-α-аспартил-L-фенилаланина очень сладкий вкус. Это вещество – дипептид, строение которого не очень сложно:



Вещество стали выпускать под торговым названием «аспартам». Аспартам не только слаще сахара (в 100–150 раз), но и усиливает его сладкий вкус, особенно в присутствии лимонной кислоты. Сладкими являются и многие из производных аспартама, некоторые из них в несколько тысяч раз слаще сахара.

В поисках новых подслащающих средств, которые могли бы заменить сахарозу, ученые все чаще обращают взор в сторону веществ природного происхождения. Так, даже из канифоли, полученной из смолы обычной сосны, была выделена кислота, натриевая соль которой оказалась в 2000 раз слаще сахара. Однако у нее есть неприятный горьковатый привкус. Но, конечно, больше всего сверхсладких веществ было найдено в ягодах и фруктах, сотни видов которых были специально изучены с этой точки зрения. Многие из них были известны еще с XIX в., но лишь недавно удалось определить структуру химических соединений, ответственных за сладкий вкус. Среди них были обнаружены исключительно сладкие вещества. Так, из ягод *Dioscoreophyllum cumminsii*, найденных в джунглях Нигерии в 1895 г., выделен белок монелин, который слаще сахара в 1500–2000 раз. Из 1 кг мякоти этих плодов можно получить до 5 г чистого белка.

Еще сильнее – в 4000 раз – превзошел по сладости сахарозу белок тауматин, выделенный из ярко-красных мясистых плодов треугольной формы другого, тоже африканского растения *Thaumatococcus daniellii* (в честь ученого У.Ф.Даниеля, описавшего его в 1839 г.). Особенно интересным было то, что интенсивность сладкого вкуса тауматина увеличивается при взаимодействии этого белка с ионами алюминия. Образующийся комплекс (торговая марка «талин») слаще сахарозы в 35 000 раз; если же сравнивать не массы талина и сахарозы, а число их молекул, то талин окажется слаще уже в 200 тыс. раз! Увеличивает сладость тауматина – почти в 20 раз – добавка аскорбиновой кислоты (соответствующий патент был взят японскими химиками в 1983 г.).

Еще один очень сладкий белок – миракулин – был выделен в XIX в. из красных плодов произрастающего в Западной Африке кустарника *Synsepalum dulcificum daniellii*, которые называли «чудодейственными»: у пожевавшего эти плоды человека изменяются вкусовые ощущения. Так, у уксуса появляется приятный винный вкус, лимонный сок превращается в сладкий напиток, причем эффект продолжается длительное время.

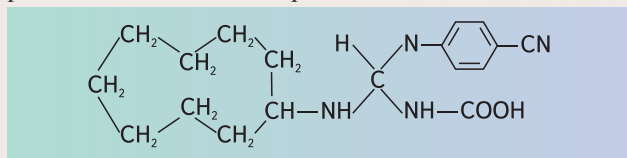
Пока трудно сказать, будут ли когда-нибудь выращивать на плантациях все эти экзотические плоды, но если

такое случится, у сахарной отрасли промышленности будет куда меньше, чем теперь, проблем с транспортировкой продукции. Ведь маленький кусочек тауматина сможет заменить целый мешок сахарного песка!

А какое вещество все же самое-самое сладкое? Долгое время, пока не были изучены сверхсладкие белки из африканских растений, первенство принадлежало довольно простому производному бензола, синтезированному в 40-х гг. прошлого века группой голландских химиков.

В отличие от сахарина, алкоксиаминитробензола имеют чисто сладкий вкус, не горчат и не оставляют во рту неприятный привкус (специалисты называют его послевкусием). Однако для пищевых целей эти вещества, увы, не годятся. Дело в том, что у них было обнаружено еще одно ярко выраженное физиологическое действие – местная анестезирующая способность. И еще одна любопытная подробность: достаточно ввести в молекулы этих соединений малейшие изменения – поменять местами любые два заместителя, переставить хоть один из них в другое положение – как вещество становится абсолютно безвкусным.

Самым же сладким из известных химических соединений является сукроновая кислота: она в 200 тыс. раз слаще обычного сахара!



Сукроновая кислота

Почему же это вещество такое сладкое? Пока этого никто в точности не знает. Как можно было заметить, химические формулы нескольких приведенных здесь сверхсладких веществ имеют между собой мало общего. Нет ответа и на другой вопрос: есть ли здесь предел и во сколько раз вещество может превосходить по сладости сахар?

**Руководитель проекта.** Да, как же приятно выпить стакан сладкого чая с ароматным вареньем или с кусочком праздничного торта. Однако воплощение мечты о сладкой жизни изрядно «горчит». Неумение соблюдать меру в употреблении сладостей приводит к сбоям регуляторных систем организма. И следствием этого являются различные заболевания. **Группа учащихся «Медики»** работала над проблемой «Заболевания, связанные с чрезмерным употреблением углеводов». Сейчас они знакомят нас со своими исследованиями.

#### Отчет группы «Медики»

(Показ слайдов.)

Чрезмерное употребление сахара может привести к различным заболеваниям. Одно из них – сахарный диабет. В последнее время многие россияне живут в

постоянном стрессе, который привыкли «заедать». При этом они употребляют в основном продукты, содержащие много углеводов. Это – хлеб, картофель, булочки, шоколад и т.п.

Сахарный диабет – эндокринное заболевание, развивающееся из-за недостатка гормона поджелудочной железы – инсулина, играющего основную роль в регуляции углеводного обмена. При недостатке инсулина глюкоза накапливается в крови в больших количествах, а клетки организма лишаются основного источника энергии.

Симптомы сахарного диабета:

- полиурия – усиление выделения мочи;
- постоянная жажда;
- постоянный неутолимый голод;
- зуд кожи и слизистых оболочек.

Очень опасны осложнения, вызванные сахарным диабетом. Например, при сахарном диабете поражается сетчатка и капилляры глаз, возможна частичная потеря зрения и даже полная слепота. Поскольку инсулин поддерживает стенки сосудов в тонусе, то при его недостатке у больных сахарным диабетом развивается инфаркт миокарда, сердечная недостаточность. Сахарный диабет характеризуется нарушением белкового, жирового, углеводного, водно-солевого обмена, что часто приводит к ожирению. У больных сахарным диабетом нарушается кровообращение в ногах, отмечаются боли при ходьбе, иногда наблюдается образование трофических язв.

Таким образом, сахарный диабет – серьезное заболевание, которое может не только передаваться по наследству, но часто развивается при неправильном образе жизни. Для предотвращения появления сахарного диабета надо соблюдать режим дня, вести активный образ жизни, заниматься спортом, соблюдать гигиену питания, регулярно проходить медицинское обследование. При появлении первых признаков сахарного диабета необходимо как можно быстрее обратиться к врачу-эндокринологу.

В качестве осложнения при сахарном диабете может возникнуть ряд кожных заболеваний. Например:

- кальцифилокия – возникает как у женщин, так и у мужчин в среднем и зрелом возрасте; первооткрыватель кальцифилокии Г.Селье определил ее как приобретенное состояние повышенной чувствительности организма к кальцию;
- кольцевидная гранулема – хронический дерматоз, для которого характерны папулезные высыпания в виде колец; они обычно не беспокоят больного и локализируются на тыльной поверхности кистей, стоп, локтях и коленях; проявляется это заболевание в основном у женщин; у 75 % больных выздоровление наступает самостоятельно в течение двух лет, но у 40 % – возникают рецидивы.

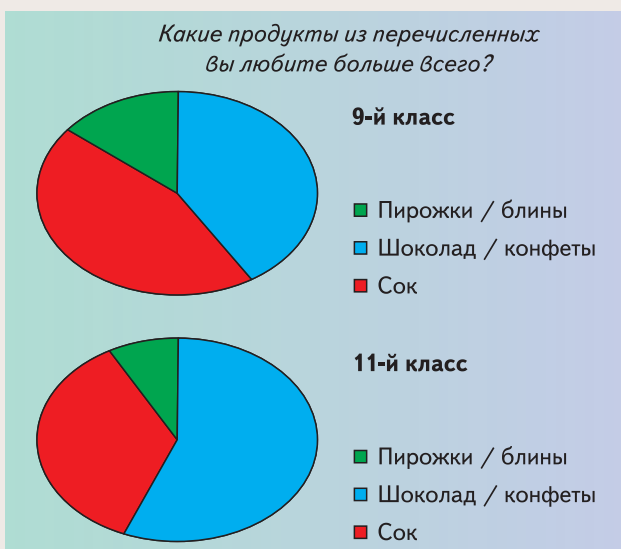
**Руководитель проекта.** Социологический опрос среди учащихся нашей гимназии провела группа «Социологи». Вам слово, уважаемые социологи.



### Отчет группы «Социологи»

Член группы «Социологи» знакомит учащихся с результатами соцопроса, проведенного среди учащихся 9-го и 11-го классов, по следующим вопросам.

- Как вы думаете, необходимо ли присутствие сладких продуктов в вашем рационе питания?
- Какие из перечисленных продуктов: шоколад, конфеты, пирожки, – вы любите больше всего?
- Как вы считаете, есть ли у вас избыточный вес?
- Прибегаете ли вы к диетам?
- Известно ли вам что-нибудь о сахарном диабете?
- Есть ли в вашей семье больные сахарным диабетом?



Результаты соцопроса

**Руководитель проекта.** *Не секрет, что здоровье начинается с правильного питания. Здоровое питание – это рецепт от всех болезней. Современное информационное пространство переполнено публикациями о правильном питании. Каждый из нас абсолютно индивидуален, в том числе и в реакциях на пищу, поэтому здоровое питание – это понятие, индивидуальное для каждого человека. Как связаны превращения углеводов в нашем организме с основами правильного питания, каковы принципы правильного питания, какова роль диет – на эти вопросы искали ответы учащиеся группы «Диетологи». Сейчас они представляют нам свою точку зрения.*

### Отчет группы «Диетологи»

(Показ слайдов.)

Правильное, рациональное, или здоровое питание каждого человека – и мужчины, и женщины, и ребенка – подразумевает поступление в организм адекватного количества энергии и широкого спектра пищевых веществ, необходимых для постоянного обновления всех клеток и тканей, нормального функционирования органов и систем, для правильного протекания процессов обмена веществ.

Потребности людей в пищевых веществах и энергии различны и зависят от возраста, роста, физической активности, периода беременности или кормления ребенка грудью и многих факторов внешней среды. Поэтому в каждом отдельном случае при изменении условий жизни или физиологического состояния человека рекомендации по здоровому питанию могут изменяться, уточняться, конкретизироваться.

Стабильная работа всего организма, полноценное усваивание всех полезных веществ и элементов, быстрое и правильное протекание процессов обмена в системе пищеварения – залог и гарантия крепкого здоровья и высокого иммунитета.

Правильное питание – это определенные и постоянные часы приема еды. При этом пища распределяется в течение суток по количеству калорий, набору химических элементов, содержащихся в еде. Кроме того, обязательно учитывается набор блюд и их количество. Зрелым и физически здоровым людям специалисты по правильному питанию рекомендуют есть в течение суток три-четыре раза.

При некоторых заболеваниях, связанных в основном с пищеварительной системой, стоит питаться пять-шесть раз в день. Суточная норма еды распределяется таким образом: завтрак, равный примерно трети всей дневной нормы; плотный обед и ужин, составляющий четверть дневной нормы. Большинство диетологов сходятся во мнении, что четырехразовое питание – самый правильный выбор. Такая система правильного питания позволяет организму наиболее рационально усваивать полезные вещества и витамины.

Распределение продуктов по часам приема очень сильно зависит от состава и энергетического потенциала. Например: продукты с высоким содержанием белка – мясо, рыба, бобовые – стоит употреблять на завтрак или обед. Такие продукты повышают активность центральной нервной системы. Перед сном стоит есть кисломолочные продукты, фрукты и овощи. Они не нагружают пищеварительные органы. Не стоит употреблять на ночь чай, кофе, острые приправы – при этом может активизироваться нервная система и нарушиться сон. Излишнее количество еды или ее недостаток тоже ухудшают сон.

Прием еды лучше всего начинать с салатов или овощей. Так вы активизируете деятельность желудка и увеличите выделение желудочного сока. Блюда стоит подавать не горячее 50 °С и не холоднее 10 °С. Для хорошей усвояемости пищи ее необходимо тщательно пережевывать. Беседы, телевизор, книги сильно отвлекают от правильного приема еды: такое питание вредно и портит пищеварительную систему.

Принимайте еду по расписанию и не нарушайте его. Правильный и систематический прием пищи способствует профилактике работы желудочно-кишечного тракта. Питайтесь умеренно и в пределах разумного – переедание приводит к накоплению жировой массы и

вызывает множество разнообразных болезней, снижает активную работу иммунной системы.

Чего мы достигнем, питаясь правильно? Скорректировав свой рацион, мы сможем уменьшить проявление хронических болезней, которыми болеем долгие годы. Так, например, снизив количество перца в ваших любимых блюдах, вы с легкостью позабудете об изжоге и гастрите.

Итак, сформулируем принципы правильного питания.

**Количество.** Калорийность получаемой пищи должна соответствовать энергозатратам.

**Разнообразие.** В день нужно употреблять продукты из разных групп – белки, углеводы, молочные продукты, жиры, фрукты и овощи.

**Соотношение разных групп продуктов по количеству.** Как правило, подбирается индивидуально.

**Дробность питания.** Не слишком часто и не слишком редко, кому как удобнее. Большее количество еды должно съедаться в первой половине дня.

**Полноценность.** Все продукты должны быть максимально полезными и давать хорошее насыщение.

Проведено множество исследований, доказывающих что длительное избыточное потребление углеводов, особенно легкоусвояемых, оказывает неблагоприятное действие на организм. Оно проявляется в ускорении развития атеросклероза и связанного с ним поражения мозга и сердца. Доказано, что накапливающийся промежуточный продукт углеводного обмена в организме человека легко превращается в холестерин, играющий ведущую роль в развитии атеросклероза. Избыточный прием углеводов, особенно на фоне высококалорийного питания, вызывает ожирение. Известно также, что избыточный прием углеводов может привести к ослаблению инсулярного аппарата поджелудочной железы и развитию сахарного диабета.

Для решения этих проблем люди всего мира используют различные диеты. Диета – это специально подобранный по количеству, химическому составу, калорийности и кулинарной обработке рацион, а также режим питания. Остановимся на одной из них – «Кремлевской диете». Ее суть состоит в том, что белков можно потреблять неограниченное количество, но необходимо жестко ограничить потребление углеводов. Когда резко ограничивается поступление в организм углеводов – источника энергии, то он вынужден перерабатывать накопившиеся запасы жира.

Приведем рецепты некоторых «вкусных» диетических блюд «Кремлевской диеты».

- **Мясной салат.** Состав: 300 г отварной говядины, 2 отварных клубня картофеля, 2–3 свежих или соленых огурца, 5–6 листьев салата, 5 сваренных вкрутую яиц, 200 г майонеза, 30 г острого томатного соуса, соль и перец по вкусу.

**Приготовление:** отварную говядину нарезать тонкими ломтиками по 2–2,5 см; нарезать картофель, огурцы, яйца, салат. Перемешать, заправить майонезом и томатным соусом, положить в салатник и оформить кружками свежих огурцов, листьями салата.

- **Сельдь в сметанном соусе.** Состав: 500 г слабосоленой сельди, 1 головка репчатого лука, 2 яблока, 150 г сметаны, лимонный сок, сахар и соль по вкусу.

**Приготовление:** филе разделанной сельди выдержать в холодном молоке (примерно 1 ч); яблоки и лук очистить от кожицы и натереть на терке с крупными отверстиями; смешать, заправить по вкусу солью, сахаром, лимонным соком, добавить сметану; выложить сельдь, нарезанную длинными полосками, залить подготовленным сметанным соусом; украсить зеленью; для остроты в сметану можно добавить немного горчицы.

Однако при полном отсутствии углеводов, как в «Кремлевской диете», могут возникнуть серьезные проблемы. Именно поэтому в последнее время все чаще стали обращаться к диете углеводного чередования, которая очень популярна у культуристов. Отрезок времени, отведенный на похудение, надо разделить на четырехдневные циклы. 1-й и 2-й дни этого цикла – низкоуглеводные. В эти дни ваш организм почти полностью истощает запасы гликогена и начинает расходовать другое топливо – жиры. 3 день – высокоуглеводный. В этот день полученные углеводы перерабатываются в гликоген и складываются в печени, а организм продолжает расходовать жиры для выработки энергии. Пополнить запас гликогена за один день невозможно, поэтому углеводы потребляются на 4-й день цикла, но уже более умеренно. После этих четырех дней цикл повторяется.

Следует заметить, что перед тем, как решиться на любую диету, необходимо проконсультироваться с врачом, т.к. диеты противопоказаны людям, страдающим хроническими заболеваниями, особенно сердца, желудка, почек.

Остановимся более подробно на «шоколадной» теме. Часто советуют: «Расстроился – съешь кусочек шоколада». «Шоколадотерапия» имеет свой очевидный эффект. В шоколаде содержится много флавонолов и эндорфинов (гормонов радости и счастья). Но чрезмерное употребление шоколада приводит к ряду проблем: так как шоколад содержит жиры, сахар, то может развиваться сахарный диабет. Шоколадная зависимость ведет к неуравновешенному психоэмоциональному состоянию, его частым изменениям, в результате чего создается повышенная нагрузка на сердечно-сосудистую систему. Щавелевая кислота, которая входит в состав шоколада, мешает усваиваться кальцию и может быть опасна для страдающих мочекаменной болезнью, а также опасна для детей.

**Руководитель проекта.** А теперь предлагаю вам решить интересную задачу.

Соединение А – бесцветные кристаллы сладкого вкуса, хорошо растворимые в воде. При гидролизе вещества А образуется два вещества с одинаковой молекулярной массой, одно из которых – вещество В – вступает в реакцию «серебряного зеркала», превращаясь в вещество С, а другое – вещество D – не дает подобной реакции. При восстановлении веществ В и D образуется сладкое на вкус вещество Е. Назовите вещества А, В, С, D и Е. Составьте уравнения всех упомянутых процессов.

(Ответ. А – сахароза, В – глюкоза, С – глюконо-вая кислота, D – фруктоза, Е – сорбит.)

**Руководитель проекта.** Хочу обратить ваше внимание, что ребята из группы «Филологи» провели работу по анализу пословиц, поговорок, художественных произведений, песен, посвященных сладкой жизни. Некоторые поговорки, найденные нашими филологами, размещены на доске. Силами этой группы был подготовлен образовательный продукт – буклет.

### ОТЧЕТ ГРУППЫ «ФИЛОЛОГИ»

#### Поговорки и пословицы

- Пчела хоть и жалит, да мед дает.
- Воеводуо быть – без меду не жить.
- Красен обед пирогами, река берегами, а сходка головами.
- Что еда для одного, то отравя для другого.
- Не кусок пирога, а честь дорога.
- Пирог едучи, помяни и сухую корочку.
- Что пожуешь, то и поживешь.
- Сладкого досыта не наешься.
- Прежде, чем есть,  
Погляди, есть ли шесть?
- Не верь диетам и весам!  
Когда поесть, ты знаешь сам!
- После плотного обеда,  
По закону Архимеда,  
Полагается десерт!
- У семи нянек  
Не допросишься и пряник!
- Тридцать третьим пирожным  
И отравиться можно!

**Руководитель проекта.** Итак, информационно-исследовательский проект ««Сладкая жизнь» по всем правилам» успешно осуществлен. Работа над этим проектом позволила повторить, углубить и расширить знания об углеводах, других сладких веществах. Мы повторили вопросы о роли углеводов в обмене веществ, поговорили о сбалансированном питании, совершенствовали свои умения в работе с учебной литературой, справочными пособиями, интернет-ресурсами. А самое главное – вы в очередной раз показали высокий уровень творческого сотрудничества, которое заключается в умении обсудить проблему в группе, сформулировать свою мысль, вникнуть в суть предложений партнера.

Заполните, пожалуйста, анкету участника проекта. Незаменимым участником всех праздников, фестивалей, конкурсов в нашей гимназии является школьный ансамбль «Сударушка», в составе которого выступают девушки 11-го химико-биологического класса. Успешное окончание работы над проектом – это своеобразный праздник. По традиции, наш праздник мы завершаем выступлением фольклорного ансамбля «Сударушка».

«Сударушка» исполняет песню «Москва златоглавая», угощая всех участников проекта конфетами и баранками.

Москва златоглавая, звон колоколов,  
Царь-пушка державная, аромат пирогов.  
Конфетки-бараночки, словно лебеди, саночки.  
«Эй вы, кони залетные!» – слышен крик с облучка.  
Гимназистки румяные, от мороза чуть пьяные,  
Грациозно сбивают рыхлый снег с каблучка.

### Анкета участника проекта ««Сладкая жизнь» по всем правилам»

1. Оцените по 5-ти балльной системе:

актуальность темы проекта \_\_\_\_\_

значимость изучения темы \_\_\_\_\_

степень вашего участия в проекте \_\_\_\_\_

2. Работа какой группы (теоретиков, экспериментаторов, медиков, диетологов, социологов, филологов) вызвала у вас наибольший интерес \_\_\_\_\_

3. Какие вопросы заинтересовали вас больше всего?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Вы познакомите членов своей семьи с вопросами, освещенными в проекте? \_\_\_\_\_

5. Будете ли вы в дальнейшем изучать проблемы чрезмерного употребления сладостей? \_\_\_\_\_

6. Предложите темы проектов, которые бы вы хотели осуществить. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7. Какие недостатки, промахи вы заметили при осуществлении проекта? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### ЛИТЕРАТУРА

Деяткин В.В., Ляхова Ю.М. Химия для любознательных, или О чем не узнаешь на уроке химии. Ярославль: Академия развития, 2000; Карташов С.Н., Чен Т.Х. О свойствах некоторых моно- и дисахаридов и их распознавании. Химия в школе, 2007, № 3; Ленсон И.А. 100 вопросов и ответов по химии. Материалы для школьных рефератов, факультативных занятий и семинаров. М.: АСТ, 2002; Пичугина Г.В. Химия и повседневная жизнь человека. М.: Дрофа, 2004; <http://ru.wikipedia.org>; <http://zdorovja.com.ua>; <http://www.dietaonline.ru>; <http://www.mysurgeon.ru>



ПРОБЛЕМНО-ТВОРЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ. ХИМИЗМ ХЛЕБА

# Плох обед, коли хлеба нет

О.Д.-С.КЕНДИВАН,  
к.х.н.,  
доцент кафедры химии;  
А.Н.СААЯ,  
учебный мастер  
Тывинского государственного  
университета,  
г. Кызыл, Республика Тыва

Каждый из нас (ну, может быть, за исключением тех, кто соблюдает жесточайшую диету) ежедневно употребляет хлеб или какие-нибудь хлебобулочные изделия. Однако, наверное, не каждый задумывался о том, насколько сложны и разнообразны химические процессы, протекающие при замешивании теста и выпечке хлеба. Ниже приведены задачи познавательного и практического характера, которые помогут расширить представления учащихся о химизме хлеба.

Статья сопровождается авторской презентацией, размещенной на компакт-диске, прилагаемом к этому номеру.

▶ Замешивание теста и выпечка хлеба – это, пожалуй, самые древние химические процессы, известные человеку. Мука – концентрат ценнейших пищевых веществ, а хлеб – основа питания. Говорят: плох обед, коли хлеба нет. В муке содержится 10–11 % белков, 1–1,5 % жиров, 68–70 % углеводов (сахаров, крахмала, клетчатки), до 1 % органических кислот; есть в ней и минеральные вещества, и витамины (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР). Кроме муки, для приготовления теста и выпечки хлеба необходимы вода (или молоко) и дрожжи (или иные разрыхлители), а также соль, сахар, жиры.

Замешивание теста – это не просто получение однородной смеси компонентов, входящих в его состав: крахмал и белки связывают воду, набухая и образуя вязкую клейковину, тесто насыщается воздухом, необходимым для жизнедеятельности дрожжей, дрожжи сбраживают сахара муки (глюкозу, фруктозу, сахарозу, мальтозу) и крахмал. Из крахмала получается декстрин, а глюкоза превращается в молочную кислоту, этиловый спирт и углекислый газ. Под действием углекислого газа происходит разрыхление теста. Помимо этих продуктов образуются еще уксусная кислота, сложные эфиры, альдегиды, высшие спирты и другие соединения – все они создают особый вкус и аромат хлеба.



Во время брожения тесто «подходит»; в благоприятных условиях (при 25–35 °С) на это требуется 2–2,5 часа. В густом тесте дрожжи работают «леннее», чем в жидком, но жидкое тесто потом легче теряет углекислый газ. Небольшая добавка поваренной соли к тесту ускоряет брожение, а стоит чуть-чуть пересолить – оно резко замедляется. Если к тесту добавлено слишком много сахара, вскоре накапливается сравнительно много этилового спирта, который тоже угнетает жизнедеятельность дрожжей.

Вместо дрожжей часто используют химические разрыхлители, это позволяет приготовить тесто гораздо быстрее. Самый доступный из разрыхлителей – питьевая сода (гидрокарбонат натрия), которая при взаимодействии с молочной кислотой (из кислого молока) или при добавлении лимонной кислоты тоже выделяет углекислый газ. Однако изделия с разрыхлителями могут приобрести неприятный солоновато-горький («содовый») привкус, поскольку после разложения питьевой соды в тесте остаются нелетучие соли натрия. Хороший и эффективный разрыхлитель – гидрокарбонат аммония NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>, т.к. при его разложении все продукты реакции – аммиак, углекислый газ, водяной пар – получаются в газообразном состоянии. Но стоит лишь немного превысить его дозировку, как

изделие приобретет неаппетитный запах (аммиак!). В кондитерском деле чаще всего используют смесь разных разрыхлителей.

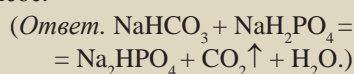
**Цели** использования данной группы проблемно-творческих заданий в процессе обучения:

- раскрытие химической природы явлений из числа тех, с которыми учащиеся встречаются постоянно;
- раскрытие химической сущности процессов выпечки хлеба.

### Задача 1. Почему в хлебе много дырочек?

*Научно-популярная информация-подсказка.* При замешивании «пекарского порошка» (химического разрыхлителя) с тестом начинается реакция образования углекислого газа  $\text{CO}_2$ , причем пузырьки выделяющегося  $\text{CO}_2$  задерживаются в тесте. В процессе выпечки пузырьки эти от нагревания расширяются, что и придает тесту пористость.

**Задание.** Составьте уравнение химической реакции образования углекислого газа  $\text{CO}_2$ , ответственной за появление дырочек в хлебе.



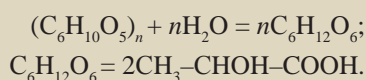
### Задача 2. Почему ржаной хлеб имеет кислый вкус, а пшеничный – нет?

*Научно-популярная информация-подсказка.* Ржаное тесто готовят на закваске, содержащей кроме дрожжей молочнокислые бактерии, поэтому в нем идет смешанное брожение: сначала молочнокислое (бактериальное), а затем спиртовое (дрожжевое). Из-за образующейся на первом этапе молочной кислоты ржаной хлеб имеет кисловатый вкус. В пшеничном тесте под воздействием дрожжей происходит только спиртовое брожение.

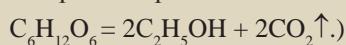


**Задание.** Составьте уравнения химических реакций образования молочной кислоты, которая придает хлебу кисловатый вкус.

*(Ответ. Молочнокислое брожение:*



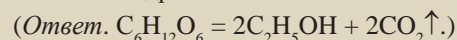
*Спиртовое брожение:*



### Задача 3. Почему каравай хлеба имеет корку и ноздреватый мякиш?

*Научно-популярная информация-подсказка.* Корка состоит из декстринов, которые образуются при воздействии высоких температур на крахмал муки. Углекислый газ, выделяющийся при брожении углеводов под воздействием дрожжей, разрыхляет тесто (тесто «подходит») и делает мякиш ноздреватым.

**Задание.** Составьте уравнение химической реакции образования углекислого газа, которое соответствует процессу образования «ноздрей» в хлебе.

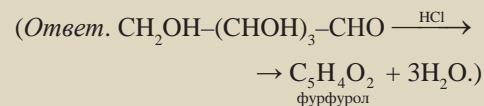


### Задача 4. Почему именно горячий (свежеиспеченный) хлеб пахнет?

*Научно-популярная информация-подсказка.* При нагревании сахара (пентозы) превращаются в альдегид фурфурол, который и обуславливает запах ржаного хлеба. Чем выше температура, тем больше молекул альдегида переходит из каравая в воздух и соответственно сильнее пахнет хлеб.



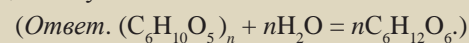
**Задание.** Составьте уравнение химической реакции образования фурфурола.



### Задача 5. Почему проростки пшеницы имеют сладкий вкус?

*Научно-популярная информация-подсказка.* В проростках происходит ферментативное расщепление крахмала до глюкозы ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ).

**Задание.** Составьте уравнение химической реакции образования глюкозы, которая придает проросткам пшеницы сладкий вкус.



### Задача 6. Почему ржаной хлеб полезнее пшеничного?

*Научно-популярная информация-подсказка.* В ржаном хлебе меньше фитина, который препятствует усвоению кальция в организме, поэтому ржаной хлеб полезнее пшеничного. Фитин – кальциево-магниева соль инозитфосфорной (фитиновой) кислоты. Фитин содержит циклический шестиатомный спирт инозитол.

**Задание.** Установите молекулярную формулу инозитола, если массовые доли элементов в нем составляют: С – 40,00 %, Н – 6,72 %, О – 53,28 %.

(*Ответ.* Инозитол – циклогексан-1,2,3,4,5,6-гексол,  $C_6H_6(OH)_6$ ;  $M_r = 180,16$  г/моль.)

### Задача 7. Почему ржаной хлеб черствеет медленнее, чем белый?

*Научно-популярная информация-подсказка.* Ржаной крахмал связывает воды почти вдвое больше, чем пшеничный, поэтому хлеб из ржаной муки черствеет медленнее.

**Задание.** Установите молекулярную формулу крахмала, если массовые доли элементов в нем составляют: С – 44,42 %, Н – 6,22 %, О – 49,36 %.

(*Ответ.*  $(C_6H_{10}O_5)_n$ .)

### Задача 8. Почему при долгом пережевывании черного хлеба появляется сладковатый вкус?

*Научно-популярная информация-подсказка.* В слюне человека содержится фермент амилаза (птиалин), вызывающий гидролиз крахмала и образование глюкозы. Обычно человек не чувствует этого сладкого привкуса, поскольку в ротовой полости пища находится всего лишь 15–18 с.

**Задание.** Составьте уравнение химической реакции образования глюкозы, придающей черному хлебу сладкий вкус.

(*Ответ.*  $(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O = nC_6H_{12}O_6$ .)

### Задача 9. Почему тесто поднимается?

*Научно-популярная информация-подсказка.* При выпечке печенья в качестве разрыхлителя теста используют пищевую соду с добавкой уксусной кислоты. При нагревании эта смесь разлагается с выделением углекислого газа, в результате чего тесто поднимается.

**Задание.** Составьте уравнение химической реакции, в результате которой поднимается тесто.

(*Ответ.*  $NaHCO_3 + CH_3COOH = CH_3COONa + CO_2\uparrow + H_2O$ .)

### Задача 10. Почему гаснет спичка, поднесенная к тесту?

*Научно-популярная информация-подсказка.* В тесте под влиянием ферментов муки и дрожжей идет брожение. В нем накапливается углекислый газ, который поднимает тесто и даже выходит наружу. Если поднести к тесту горящую спичку, то она погаснет, т.к. углекислый газ не поддерживает горение.

**Задание.** Составьте уравнение химической реакции образования углекислого газа в процессе брожения.

(*Ответ.*  $C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_5OH + 2CO_2\uparrow$ .)



### Задача 11. Почему не питаются непосредственно мукой, а пекут из нее хлеб?

*Научно-популярная информация-подсказка.* При варке, жарении и печении крахмал начинает гидролизаться с образованием декстринов, которые в нашем организме быстрее и легче превращаются в глюкозу, чем крахмал.

**Задание.** Составьте уравнение химической реакции образования глюкозы.

(*Ответ.*  $(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \rightarrow$  декстрины  $\rightarrow nC_6H_{12}O_6$ .)

### Задача 12. Почему карбонат аммония используется как разрыхлитель?

*Научно-популярная информация-подсказка.* Карбонат аммония  $(NH_4)_2CO_3$  – разрыхлитель. Он входит в состав «пекарского порошка». Действие этого разрыхлителя (как и пищевой соды) основано на выделении газов, которые поднимают тесто.

**Задание.** Составьте уравнение химической реакции образования углекислого газа при разложении разрыхлителя.

(*Ответ.*  $(NH_4)_2CO_3 = CO_2 + 2NH_3 + H_2O$ .)

### Задача 13. Почему при приготовлении теста нельзя гасить соду уксусом отдельно на ложке?

*Научно-популярная информация-подсказка.* Невверно делают те хозяйки, которые при приготовлении теста отдельно на ложке гасят соду уксусом. Образующийся углекислый газ при этом улетучивается. Добавлять надо соду и кислоту прямо в тесто, чтобы реакция пошла там, и пирог будет великолепен.

**Задание.** Составьте уравнение химической реакции соды с уксусом.

(*Ответ.*  $NaHCO_3 + CH_3COOH = CH_3COONa + CO_2 + H_2O$ ,  
 $HCO_3^- + H^+ = H_2O + CO_2$ .)

### ЛИТЕРАТУРА

Неорганическая химия. Энциклопедия школьника. Под ред. И.П.Алимарина. М.: Советская энциклопедия, 1975; Кукушкин Ю.Н., Буданова В.Ф., Власова Р.А. и др. Что мы знаем о химии? Вопросы и ответы. М.: Высш. шк., 1993; Химия. Большая детская энциклопедия. Сост. К.Люцис. М.: Русское энциклопедическое товарищество, 1999; <http://www.alhimik.ru/EATS/eda12.html>



ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МАРАФОН, ПОСВЯЩЕННЫЙ 300-ЛЕТИЮ  
СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ М.В.ЛОМОНОСОВА

# Великий сын России

Н.А.БЕЗЫМЯННЫХ,  
учитель химии  
средней школы № 12,  
г. Шиханы,  
Саратовская обл.

300 лет прошло со дня рождения великого русского ученого Михаила Васильевича Ломоносова. Могучий, многогранный, самобытный талант Ломоносова коснулся всех сторон науки и культуры своего времени. Он известен как физик, химик и геолог, поэт, художник и филолог, астроном, географ и технолог, литератор, историк и философ. Такой разносторонностью в прошлом обладал, пожалуй, лишь Леонардо да Винчи, а в последующем уже никто. Архангельский помор вошел в историю как один из самых выдающихся людей России. Мы чтим его как достойного сына, всю жизнь посвятившего матери-России.



<http://www.imyanauki.ru/files/2678/photo.jpg>

## ПРАВИЛА ИГРЫ

За две недели до начала игры формируются команды, состоящие из учащихся разных возрастов (капитан команды и его заместитель – учащиеся 10-х или 11-х классов, члены команды – по одному ученику из 6-х, 7-х, 8-х и 9-х классов). Учащимся сообщается тема марафона, названия этапов маршрута, список литературы для подготовки.

В день проведения игры каждая команда получает «подорожную»\* с названиями станций и их адресами. Направление маршрута команда выбирает самостоятельно. Учителя – «станционные смотрители» – задают представителям команд вопросы, фиксируют результаты в «подорожных» и расписываются в специальной графе.

### Система оценок.

1. Команда, ответившая на заданный вопрос без подсказок, получает 3 балла.
2. Команда, ответившая на вопрос с использованием подсказок, получает 2 балла.

По окончании марафона жюри подводит итоги.

Команды, занявшие призовые места, награждаются грамотами. Члены команды-победительницы получают оценки «5» по четырем предметам из списка: физика, химия, литература, русский язык, история, география. Члены команд, занявших 2-е и 3-е места, получают оценки «5» соответственно по трем и двум предметам, а остальные участники марафона – оценку «5» по одному из предметов.

\* Образец «подорожной» и некоторые материалы, которые могут быть использованы при подготовке к марафону, даны в приложении.

## ХОД ИГРЫ

*Покажу хоть некоторый приступ ко всем земным наукам. Я сам не совершу, однако начну, – то будет после меня легче сделать.*

М.В.Ломоносов

**Учитель.** *Завершается наш интеллектуальный марафон, посвященный великому сыну Земли русской Михаилу Васильевичу Ломоносову. Первопроходец в самых разных направлениях науки, искусства, промышленности, просвещения, он обладал великой тягой к знаниям. Именно знания, пополняемые изо дня в день, позволили ему сделать то, что до сих пор вызывает удивление и восхищение потомков – опередить науку своего времени на десятилетия и даже столетия.*

*Вы знакомились с жизнью и основными направлениями деятельности Михаила Васильевича и на уроках физики, химии, литературы, истории, географии, и самостоятельно.*

*Сегодня вам предстоит путешествие по станциям пути «Великий сын России». Сейчас капитаны команд получают «подорожные» с названиями станций и указанием их адреса. Маршрут путешествия вы выбираете самостоятельно. После прохождения всех станций мы вновь собираемся в кабинете химии для подведения итогов.*

*Счастливого пути!*

### Станция «Химия»

*В земное недра ты, Химия,  
Проникни взора остротой,  
И что содержит в нем Россия,  
Драги сокровища открой...*

1. В каком году по проекту Ломоносова была построена первая в России научно-исследовательская химическая лаборатория?

а) 1748\*; б) 1749; в) 1759.

2. В каком труде в 1741 г. Ломоносов впервые представляет химию в виде науки, объединяющей в себе задачи изучения химических явлений и процессов?

а) «Первые основания металлургии или рудных дел»;

б) «Слово о пользе химии»;

в) «Элементы математической химии».

3. Одному своему открытию Ломоносов дал образное сравнение: «Сколько часов я затрачиваю на сон, столько отнимаю на бодрствование». Назовите открытие.

а) Закон сохранения массы веществ;

б) атомно-молекулярное учение;

в) определение состава атмосферного воздуха.

4. В каком труде Ломоносова есть эти слова: «Широко распространяет химия руки свои в дела человеческие...»?

а) «Первые основания металлургии или рудных дел»;

б) «Слово о пользе химии»;

в) «Элементы математической химии».

5. В работе «Первые основания металлургии или рудных дел» Ломоносов дал определение металлам: «Светлые тела, которые ковать можно». Какие свойства металлов выделил Ломоносов и какие еще свойства можно назвать?

(За каждое названное свойство дается 1 балл.)

6. Объясните, в связи с чем Ломоносов сказал: «Славного Роберта Бойля мнение ложно»?

(*Ответ:* В связи с опытами по прокаливанию металлов; Ломоносов, в отличие от Бойля, считал, что «без пропущения внешнего воздуха вес сожженного металла остается в одной мере».)

7. В какой работе Ломоносов утверждает: «Истинный химик должен быть теоретиком и практиком»? Там же Ломоносов называет химию наукой, а не искусством.

а) «Первые основания металлургии или рудных дел»;

б) «Слово о пользе химии»;

в) «Элементы математической химии».

8. Что Ломоносов называл корпускулами?

а) Волны; б) клетки; в) молекулы; г) флюиды.

9. Как назывался созданный Ломоносовым прибор для измерения высоких температур?

а) термометр; б) пирометр; в) калориметр.

10. Какие системы переменного состава изучал ученый?

а) Растворы; б) взвеси; в) туманы.

\* В вопросах с вариантами ответов правильный ответ выделен полужирным шрифтом. – Прим. ред.

### Станция «Физика»

*Что зыблет ясный ночью луч?*

*Что тонкий пламень в твердь разит?*

*Как молния без грозных туч*

*Стремится от земли в зенит?*

*Как может быть, чтоб мерзлый пар*

*Среди зимы рождал пожар?*

1. Назовите фамилию профессора, который с Ломоносовым исследовал электричество (погиб при проведении опытов с атмосферным электричеством).

а) Г.В.Рихман; б) Т.Е.Ловиц; в) А.А.Фридман.

2. В известном произведении Ломоносов показал, что теплота – это не особая жидкость, как считалось ранее, а результат движения частиц (корпускул), которое прекращается лишь при достижении «низшего градуса холода» (т.е. при температуре абсолютного нуля). Назовите этот труд.

а) «Основные положения молекулярно-кинетической теории теплоты»;

б) «О пределах интенсивности молекулярного движения»;

в) «Размышления о причине теплоты и холода».

3. Какие открытия в области электричества принадлежат Ломоносову?

а) Объяснил природу полярных сияний;

б) объяснил причины возникновения молний;

в) объяснил механизм взаимодействия магнитов;

г) дал определение понятию «электрический ток».

4. У каких наук Ломоносов призывал учиться: «через ... вымеривать, через ... развешивать и через ... высматривать»? Первую определяет он как «осторожную и догадливую», вторую как «точную и замысловатую», третью как «проницательную».

В а р и а н т ы о т в е т о в: геометрия, алгебра, физика, механика, химия, астрономия, оптика, математика, география.

(*Ответ.* Геометрия, механика, оптика.)

5. Чем, считал Ломоносов, можно отвлечь «электрическую грозную силу»?

(*Ответ.* Громоотводом.)

6. Как относился Ломоносов к физике: «Стихотворство – моя утеха, физика – ...»?

а) Мои руки; б) мои упражнения; в) мои очи.

7. Ломоносов исследовал земное тяготение с помощью:

а) электрических зарядов;

б) маятника особой конструкции;

в) ведерка Архимеда.

8. «...есть то, из чего состоит тело и от чего зависит его сущность». О чем писал Ломоносов?

а) Материя; б) субстанция; в) энергия.

9. Ломоносов перевел с немецкого языка книгу Л.-Ф.Тюмминга, кратко излагавшего работу Х.Вольфа. Труд под названием «Вольфианская экспериментальная физика» стал первым учебником физики на

русском языке. При выполнении перевода Ломоносов вводит в русскую речь новые термины, которыми мы сейчас пользуемся постоянно. Какие?

(Ответ. Термометр, барометр, атмосфера, формула.)

10. Ломоносов сформулировал:

- а) закон постоянства состава;
- б) отдельные положения кинетической теории газов;**
- в) основные положения термодинамики.

### Станция «Астрономия»

*Во зрительных трубах стекло являет нам,  
Колико дал творец пространство небесам.  
Толь много Солнцев в них пылающих сияет,  
Недвижных сколько звезд нам ясна ночь являет.*

1. Над созданием какого необычайного оптического прибора трудился Ломоносов?

- а) Бинокль;
- б) фотоаппарат;
- в) ночезрительная труба.**

2. 26 мая 1761 г. в своей домашней обсерватории Ломоносов наблюдал редкое атмосферное явление: прохождение Венеры по диску Солнца. Он заметил, что «...когда передний край Венеры приблизился к солнечному краю, тогда появился на краю Солнца пупырь, который тем явственнее учинился, чем ближе Венера подходила...». Это явление в Европе наблюдали многие, но только Ломоносов понял, что... Что же он понял? К чему привел успех этого наблюдения?

(Ответ. Ломоносов понял, что Венера окружена атмосферой; он занялся усовершенствованием телескопа для мореплавательных навигационных приборов.)

3. Что признавал Ломоносов в отношении современных ему вопросов об устройстве космоса?

- а) Земля вращается вокруг Солнца, и на других планетах возможна жизнь;**
- б) Земля вращается вокруг Солнца, и на других планетах жизни не может быть;
- в) Солнце вращается вокруг Земли, и на других планетах возможна жизнь;
- г) Солнце вращается вокруг Земли, и на других планетах жизни не может быть.

4. Как поэтически выразил Ломоносов мысль о бесконечности Вселенной?

(Ответ. «Открылась бездна звезд полна,  
Звездам числа нет, бездне дна».)

5. О ком писал Ломоносов: «В середине всех Планет он Солнце положил, сугубое Земли движение открыл» и «...презритель зависти и варварству соперник»?

(Ответ. О Копернике.)

6. Как остроумно решает спор двух астрономов повар в басне о Копернике и Птолемеи: «...в том Копер-

ник прав, я правду докажу, на Солнце не бывав. Кто видел простака из поваров такова, который бы вертел ... кругом...»? Вставьте пропущенные слова.

(Ответ. Очаг, жаркова.)

7. Как Ломоносов представлял поверхность Солнца?

(Ответ. Бушующий огненный океан.)

8. Природу каких космических тел изучал Ломоносов?

- а) Метеоритов; **б) комет;** в) метеоров.

9. В конце жизни Ломоносов начал работать над созданием приборов для:

- а) определения точного расстояния до звезд;**
- б) изучения поверхности Луны;
- в) изучения поверхности Солнца.

10. Наблюдая за какой планетой, Ломоносов сделал открытие мирового значения?

- а) Венерой;** б) Марсом; в) Юпитером.

### Станция «География»

*...Российского пространства света  
Собрав на малы чертежи,  
И грады, оною спасены,  
И села, ею же блаженны,  
География, покажи.*

*Колумбы русские, презрев угрюмый рок,  
Меж льдами новый путь отворят на восток,  
И наша досягнет в Америку держава.*

1. Чему посвящена работа Ломоносова «Рассуждения о большой точности морского пути»?

(Ответ. Способам, которые помогут мореплавателям надежно определять свое местонахождение в море.)

2. Сколько лет посвятил Ломоносов изучению Арктики?

- а) 5; б) 10; **в) более 20.**

3. Елизавета вошла, опираясь на руку Шувалова, в окружении свиты, сразу заполнившей всю лабораторию. Несмотря на ранний час, Ломоносов был занят рисованием большой карты России, разделенной на части, окрашенные в разные цвета. Несколько таких карт уже висели на стенах. «Карты сии что обозначают?» – спросила императрица. Что ответил Ломоносов?

(Ответ. «Это экономические карты для Географического департамента».)

4. До конца дней своих Ломоносов был верен русскому Северу и Белому морю. Какие приборы для морского кораблевождения им были разработаны в помощь морякам?

(Ответ. Самопишущий компас и механический лот, зрительная и ночезрительная трубы.)

5. Помните известную фразу Ломоносова о значении Сибири в экономическом развитии Русского государства; в каком его сочинении она записана?



(*Ответ.* «Российское могущество прирастать будет Сибирью и Северным океаном и достигнет до главных поселений европейских в Азии и Америке».)

В сочинении «Краткое описание разных путешествий по северным морям и показание возможного проходу Сибирским океаном в Восточную Индию».)

6. В 1758 г. Ломоносову было поручено «смотреть» за:

- а) Географическим департаментом;
- б) географическим факультетом Московского университета;
- в) Географическим собранием.

7. В работе «О слоях земных» Ломоносов:

- а) доказывал, что на Южном полюсе существует материк;
- б) обосновал природу извержения вулканов;
- в) объяснял причину землетрясений.

8. В 1763 г. Ломоносов закончил работу «Краткое описание разных путешествий по северным морям и показание возможного проходу Сибирским океаном в ...»:

- а) Америку;
- б) Восточный Китай;
- в) Восточную Индию.

9. Как Ломоносов заботился об экономическом процветании России?

(*Ответ.* Стремился не только показать, какими ископаемыми изобилуют ее недра, но и научить извлекать их и использовать на благо народа.)

10. На берегу какой реки родился и вырос Ломоносов?

- а) Двина; б) Онега; в) Мезень.

### Станция «История»

*Открой мне бывшие, о древность, времена!  
Ты разности вещей и чудных дел полна.*

1. Чтобы лучше понять личность Ломоносова, нужно представить себе время, в которое он жил. Это была эпоха быстрых перемен. Сколько императоров и императриц сменилось на троне России за неполные 54 года жизни Ломоносова? Назовите их.

- а) 4; б) 6; в) 8.

(*Ответ.* Петр I, Екатерина I, Петр II, Анна Иоанновна, Иоанн VI, Елизавета Петровна, Петр III, Екатерина II.)

2. В 1758 г. Ломоносову было поручено «смотреть» за:

- а) Историческим департаментом;
- б) Историческим собранием;
- в) историческим факультетом Московского университета.

3. Кого одописец называл «Богом России»: «Он Бог твой был, Россия»?

(*Ответ.* Петра I.)

4. *Чтоб торжествующий народ  
Предался в руки побежденных?  
О стыд, о странный оборот!*

О каком позорном событии в 1762 г. говорит поэт?  
(*Ответ.* О мире с Пруссией, заключенном Петром III после победы России в Семилетней войне.)

5. В труде «Краткий Российский летописец с родословием» решающую роль в истории Ломоносов отводит:

- а) народным массам;
- б) личности;
- в) самодержавию.

6. В книге «Древняя Российская история от начала Российского народа до кончины великого князя Ярослава Первого или 1054 года» Ломоносов доказывает, что:

- а) Российское государство создано варягами;
- б) русский народ прошел свой путь развития самостоятельно;
- в) русский народ произошел от норманнов.

7. Кто царствовал на российском престоле в то время, когда Ломоносов вернулся на Родину после обучения в Германии?

- а) Анна Иоанновна;
- б) Елизавета Петровна;
- в) Иоанн VI.

8. Что описывает Ломоносов в труде «Краткий Российский летописец с родословием»?

(*Ответ.* Важнейшие деяния великих русских князей, важнейшие исторические события, происходившие во времена Петра I.)

9. В каком научном труде Ломоносов дает рекомендации тогдашнему российскому правительству по решению проблемы увеличения численности русского народа?

(*Ответ.* «О сохранении и размножении русского народа».)

10. Ломоносов был автором первого учебника по:

- а) истории России;
- б) древней истории России;
- в) новой истории.

### Станция «Просвещение»

*Науки юношей питают,  
Отраду старцам подают,  
В счастливой жизни украшают,  
В несчастный случай берегут...*

1. В 1752–1753 гг. Ломоносов начал впервые читать студентам новый курс. Назовите его.

- а) «Аналитическая химия»;
- б) «Введение в физическую химию»;
- в) «Органическая химия».

2. В 1743 г. Ломоносов сочиняет две лучшие оды – «Вечернее размышление...» и «Утреннее

размышление...». Эти произведения – своеобразное сочетание научного и художественного творчества. Н.В.Гоголь сказал, что «...чистосердечная сила восторга превратила натуралиста в поэта». Впоследствии занятия стихами побудили Ломоносова заинтересоваться самим русским языком, и в 1747 г. он пишет краткое руководство. Какому предмету, изучаемому в гимназии, был посвящен этот труд?

(Ответ. «Краткое руководство к красноречию. Книга 1-я. Риторика».)

3. Ломоносов задумал основать в Москве университет. Он составил проект его организации и предложил создать при университете гимназию. Назовите дату подписания «Указа об учреждении в Москве университета» (в 2005 г. был юбилей этого учебного заведения).

(Ответ. 25 января 1755 г.)

4. Об учреждении какого учебного заведения ходатайствовал Ломоносов, высказываясь, что без него «университет как пашня без семян»?

(Ответ. В письме к И.И.Шувалову Ломоносов пишет, что при университете должна быть гимназия, без которой «...университет как пашня без семян».)

О ея учреждении хотел бы я кратко здесь предложить». Ломоносов занимался устройством гимназии и составлением Устава для нее и Университета при Академии наук, причем всеми силами отстаивал права низших сословий на образование.)

5. Из какого литературного произведения Ломоносова взят этот широко известный отрывок?

*О вы, которых ожидает  
Отечество от недр своих  
И видеть таковых желает,  
Каких зовет от стран чужих.  
О, ваши дни благословенны!  
Дерзайте ныне ободренны  
Раченьем вашим показать,  
Что может собственных Платонов  
И быстрых разумом Невтонов  
Российская земля рождать.*

(Ответ. «Ода на день восшествия на всероссийский престол ее величества государыни императрицы Елисаветы Петровны 1747 года».)

6. Сколько факультетов предусматривалось в Московском университете по проекту Ломоносова? Перечислите их.

а) 5; б) 3; в) 4.

(Ответ. Юридический, медицинский, философский.)

7. По каким отраслям наук написал Ломоносов учебники? (За каждый правильный ответ дается 1 балл.)

(Ответ. Древняя история России, экономическая география, физическая химия, риторика, грамматика, металлургия, горное дело.)

8. Работа какого ученого излагалась в учебнике физики, переведенном с немецкого языка Ломоносовым?

а) Х.Вольфа; б) Ч.Геннеля; в) Ю.Г.Дуйзинга.

9. На каком языке велось преподавание в Московском университете?

а) На латыни; б) на французском; в) на русском.

10. Какую должность занимал Ломоносов в Петербургской Академии наук?

(Ответ. Профессор химии.)

### Станция «Языкознание и литература»

*Языка нашего небесна красота... .*

*В нем великолепие испанского, живость французского, крепость немецкого, нежность итальянского, сверх того, богатство и сильная в изображениях краткость греческого и латинского языка.*

1. Сколько языков в совершенстве знал Ломоносов?

а) 11; б) 7; в) 8.

(Ответ. В совершенстве – 11, знал – 31.)

2. На каком языке велись занятия в Университете при Академии наук?

а) На латыни; б) на русском;  
в) на старославянском; г) на французском.

3. Ломоносов был основателем русской научной терминологии. Современный язык содержит много слов, впервые введенных Ломоносовым. Назовите некоторые слова из различных областей наук.

(Ответ. Эксперимент, диаметр, квадрат, синус, кислота, предложный падеж, термометр, формула, микроскоп, барометр, атмосфера.)

*4. Восторг внезапный ум пленил,  
Ведет на верх горы высокой,  
Где ветер в лесах шуметь забыл;  
В долине тишина глубокой.  
Внимая нечто, ключ молчит,  
Который всегда журчит  
И с шумом вниз стремится.  
Лавровы вьются там венцы,  
Там слух спешит во все концы;  
Далече дым в полях курится.*

Определите размер этих стихов, впервые введенный Ломоносовым; укажите другие стихотворные размеры, предложенные Ломоносовым.

(Ответ. Ямб; хорей, анапест, дактиль и сочетание этих размеров.)

5. Какой поэтический жанр предпочитал Ломоносов?

(Ответ. Оду.)

6. Какие научные трактаты в стихах писал Ломоносов?

(Ответ. «Вечернее размышление...», «Письмо о пользе стекла...».)

7. По мнению Ломоносова, «косноязычна поэзия, неосновательна философия, неприятна история, сомнительна юриспруденция без ...». Без чего?

(Ответ. Без грамматики.)

8. Какие два пособия написал Ломоносов по русскому языку и по теории литературы, ораторскому искусству?

(Ответ. «Российская грамматика» и «Риторика».)

9. Каким «штилем» рекомендовал Ломоносов писать комедии, песни, эпиграммы?

(Ответ. «Низким», используя разговорную речь и просторечия.)

10. Н.В.Гоголь сказал о Ломоносове: «Сила восторга превратила натуралиста в ...». В кого?

(Ответ. В поэта.)

### Станция «Искусство и промышленность»

*Неправо о вещах те думают, Шувалов,  
Которые Стекло чтут ниже Минералов,  
Приманчивым лучом блистающих в глазах:  
Не меньше польза в нем, не меньше в нем краса.*

1. Летом 1752 г. Ломоносов закончил первую мозаичную картину. Как она называлась?

а) «Мозаичный образ Богоматери по картине итальянского живописца Солимены»;

б) «Полтавская баталия»;

в) «Петр Первый».

2. Какое древнерусское искусство возродил Ломоносов?

а) Витражи; б) мозаику; в) фрески.

3. Развитие каких химических производств связано с именем Ломоносова? (За каждый правильный ответ дается 1 балл.)

(Ответ. Развитие стекольной, фарфоровой, металлургической, горнорудной и соледобывающей отраслей промышленности.)

4. Возродив русскую мозаику, Ломоносов создал грандиозное мозаичное полотно, посвященное победе Петра I над иноземными захватчиками. Какую битву изображает эта картина и как она называется?

(Ответ. «Полтавская баталия».)

5. Сколько мозаичных картин было выполнено в мастерских Ломоносова?

а) Около 30; б) около 40; в) более 50.

6. За создание мозаичных картин Ломоносов:

а) был избран членом Российской Академии художеств;

б) пожалован императрицей Екатериной II орденом;

в) пожалован именем с. Усть-Рудицы вблизи Петербурга.

7. Какой металл предлагал Ломоносов искать в песке?

а) Кальций; б) медь; в) золото.

(Ответ. в.)

8. Какие технологические приемы применялись Ломоносовым для обработки стекла? (За каждый правильный ответ дается 1 балл.)

(Ответ. Вытягивание, литье, прессование, шлифовка, полировка, гранение.)

9. Какой завод в Петербурге носит имя Ломоносова?

(Ответ. Фарфоровый.)

10. Что предлагал искать Ломоносов в глинах, которые привозили со всех концов России?

а) Удобрения;

б) металлы;

в) пигменты для получения цветного стекла.

### Станция «Начало пути»

1. Когда и где родился М.В.Ломоносов?

а) 1710 г., г. Архангельск;

б) 1711 г., г. Холмогоры Архангельской губернии;

в) 1711 г., деревня Денисовка Архангельской губернии.

2. Кем были родители Ломоносова?

а) Крестьяне-поморы;

б) купцы;

в) дворяне.

3. Кто научил Ломоносова грамоте?

а) Сельский дьячок;

б) отец;

в) дядя.

4. Что называл Ломоносов «вратами своей учености»?

а) Азбуку;

б) «Граматику» М.Г.Смотрицкого, «Арифметику» Л.Ф.Магницкого;

в) занятия с отцом.

5. Куда юный Ломоносов в 1730 г. отправился пешком для получения образования?

а) В Киев; б) в Санкт-Петербург; в) в Москву.

6. В какое учебное заведение был зачислен Ломоносов, прибывший из Москвы в Санкт-Петербург?

а) Академический университет;

б) частный пансион;

в) классическая гимназия.

7. В какой университет в Германии поступил Ломоносов?

а) Марбургский;

б) Берлинский;

в) Дрезденский.

8. По какой причине в 1740 г. Ломоносов покидает Германию?

а) Пригласили на преподавательскую работу в Москву;

б) дальнейшее обучение не давало ничего нового;

в) пригласили на преподавательскую работу в Санкт-Петербург.

9. Ломоносов был автором первого учебника по:

а) истории древней Руси; б) химии; в) физике.

10. Какой департамент Академии наук возглавил Ломоносов в 1758 г.?

а) Химический; б) географический; в) физический.





была завершена год спустя. Эти работы будущего ученого явились началом изучения мельчайших частичек материи, из которых состоит вся природа. Через два десятилетия они оформились в стройную «корпускулярную философию», обессмертившую имя ее автора. По мнению Ломоносова, тела состоят из корпускул, которые, в свою очередь, содержат некоторое количество «элементов».

В области экспериментальной химии большое значение имела деятельность ученого по организации в России первой научной химической лаборатории. В течение шести лет (с 1742 по 1748 гг.) он добивался разрешения на ее строительство, и в конце 1748 г. она была построена недалеко от дома Ломоносова. Лаборатория была оборудована специальными печами, химической посудой, приборами для пробирного анализа. В лаборатории Ломоносов проводил опыты по стекловарению, получению цветных стекол, изготовлению красок из отечественного сырья, обжигу металлов. Созданный им пирометр был первым прибором для измерения высоких температур.



Макет химической лаборатории М.В.Ломоносова

Ученый разработал исследовательскую программу по изучению растворов и свои наблюдения изложил в «Диссертации о действии химических растворителей вообще» (1743).

В 1742 г. Ломоносов начал исследования в области металлургии, рудного дела, а с 1745 г. проводил химические анализы солей, руд и других пород. Ученый основал ряд химических производств: неорганических пигментов, глазури, стекла, фарфора. Он разработал рецептуры и технологию изготовления цветных стекол, которые использовал при составлении мозаичных картин.

В труде «Первые основания металлургии или рудных дел», написанном в 1742 г., но опубликованном впервые в 1763 г., он рассмотрел свойства различных металлов, дал их классификацию и описал способы



Образцы смальты и красителей из химической лаборатории М.В.Ломоносова

получения. Ученый исследовал образование в природе различных минералов и нерудных тел; высказал идею биогенного происхождения гумуса почвы, доказал органическое происхождение нефтей, каменного угля, торфа и янтаря.

Самое важное в его трудах – пропаганда химических знаний. Непревзойденным образцом такого рода остается «Слово о пользе химии», произнесенное в публичном собрании Императорской Академии наук в 1751 г. До сих пор живут сказанные тогда слова: «Широко распространяет химия руки свои в дела человеческие... Куда ни посмотрим, куда ни оглянемся, везде обращаются пред очами нашими успехи ее прилежания».

Ломоносов разработал принципы новой науки – «физической химии» и в 1752 г. после тщательной подготовки приступил к чтению курса лекций по физической химии.

### *Ломоносов и физика*

40-е гг. XVIII в. были необычайно плодотворными в творческой деятельности Ломоносова. В эти годы он продолжал работу над корпускулярной теорией, начатую еще в годы учебы, и написал выдающиеся трактаты по этому вопросу: «Элементы математической химии», «Опыт теории о нечувствительных частицах тел и вообще о причинах частных качеств», «276 заметок о физике и корпускулярной философии», «Размышления о причине теплоты и холода», «Опыт теории упругости воздуха» (последние две работы были опубликованы в 1750 г.). Его теория теплоты была встречена современниками недоверчиво и получила признание лишь во второй половине XIX в.

Ломоносов считал, что химик без знания физики «подобен человеку, который всего должен искать ошупом. И сии две науки так соединены между собою, что одна без другой в совершенстве быть не могут».

Он изучал влияние на вещество высоких и низких температур и давления, проводил опыты в пустоте, изучал явления вязкости, капиллярности; кристаллизации, форму и удельный вес кристаллов; растворимость веществ в разных условиях и образование растворов, сопровождающееся тепловыми явлениями, преломление света и действие электричества в растворах. Заслуга Ломоносова в том, что он поставил

http://www.nickrussill.com/wallpaper/aurora\_1680x1050.jpg



Северное сияние

современную ему химическую науку на новую, физико-химическую основу.

Ломоносов изучал строение вещества, теплопередачу, упругость воздуха. Агрегатные состояния вещества он объяснял с помощью различных форм движения атомов и их сочетаний.

Ученый сформулировал закон сохранения материи и движения, а также основные положения кинетической теории газов.

Совместно с Г.В.Рихманом исследовал атмосферное электричество (предложил для защиты от атмосферного электричества использовать громоотвод), исследовал земное тяготение с помощью разработанного им маятника специальной конструкции. Ломоносов создал теорию самосвечения полярных сияний и кометных хвостов.

### Ломоносов и астрономия

Ломоносов утверждал: Вселенная бесконечна; обитаемых миров в ней бесконечное множество; наша Земля и все существующее в природе не всегда было таким, как сейчас, все в природе изменяется.

Ученый пропагандировал взгляды Коперника о гелиоцентрической природе Вселенной. В басне о Копернике и Птолемею он остроумно решает спор двух астрономов словами повара: «...В том Коперник прав, я правду докажу, на Солнце не бывав. Кто видел простака из поваров такова, который бы вертел очаг кругом жаркова?»

Далеко опережая современную ему науку, Ломоносов первым из ученых разгадал, что поверхность Солнца представляет собой «бушующий огненный океан», в котором даже «камни, как вода, кипят».

Ломоносов в своей домашней обсерватории наблюдал редкое астрономическое явление: прохождение Венеры по диску Солнца. Он замечает, что «... когда передний край Венеры приблизился к солнечному краю, тогда появился на краю Солнца пупырь, который тем явственнее учинился, чем ближе Венера подходила...». Это явление наблюдали в Европе многие ученые, но только Ломоносов понял, что Венера окружена воздушной атмосферой.

Загадкой во времена Ломоносова была природа комет. Ломоносов высказал смелую мысль, что хвосты

комет образуются под действием электрических сил, исходящих от Солнца.

Никто не заботился так, как Ломоносов, о практическом применении астрономии. Он проявлял особый интерес к созданию приборов, которые помогали бы морякам лучше ориентироваться в пути по звездам и с наибольшей точностью определять время. Ученый сконструировал ночезрительную трубу, позволявшую ночью наблюдать различные объекты.

Он занимался усовершенствованием телескопа. Сконструировал отражательный зеркальный телескоп – рефлектор с наклонными зеркалами, дававший яркое изображение объекта.

В последние годы жизни Ломоносов вплотную подошел к решению таких вопросов, как определение блеска звезд при помощи приборов, которые он разрабатывал, и точное определение расстояния до звезд. Ломоносов был близок к решению этих проблем, но смерть помешала ему довести исследования до конца.

Ломоносов был первым астрономом, поставившим задачу постигнуть подлинную физическую природу небесных тел – Солнца, планет, комет, бесконечно далеких звезд.

*Астроном весь свой век в бесплодном был труде,  
Запутан циклами, пока восстал Коперник,  
Презритель зависти и варварству соперник.  
В середине всех планет он солнце положил,  
Сузубое земли движение открыл.  
Однем круг центра путь вседневный совершает,  
Другим круг солнца год теченьем составляет,  
Он циклы истинной Системой растерзал  
И правду точностью явлений доказал.*

### Ломоносов и география

В 1758 г. Ломоносову было дано сразу несколько сложных и ответственных поручений. Одно из них – «смотрение» за Географическим департаментом. Ломоносов предпринимал много усилий для составления российского атласа и других карт Российского государства.

В 1759 г. в «Рассуждениях о большой точности морского пути» Ломоносов предложил ряд новых приборов и методов для определения местоположения мореплавателя.

В 1763 г. им была опубликована работа «О слоях земных», в которой ученый доказывал, что на Южном полюсе Земли существует материк.

В 1763 г. Ломоносов закончил работу «Краткое описание разных путешествий по северным морям и показание возможного проходу Сибирским океаном в Восточную Индию». Через год ученый написал добавление к работе под названием «О северном мореплавании на Восток по Сибирскому океану». Ломоносов нарисовал географическую карту в виде круга с центром на Северном полюсе и расположенными вокруг



Америкой, Европой и Сибирью. Берега «Сибирского океана» прорисованы намного полнее и точнее, чем берега других частей света.

В 1764 г. Ломоносов составляет «Заметки о снаряжении экспедиции». Он настолько хорошо разбирается в специфике морских экспедиций, что составляет список приборов, которые должны быть на корабле. Для экспедиции Ломоносов сделал три «зрительные» и три «ночезрительные» трубы, изготовил самопишущий компас и механический лот.

В начале 1765 г. Михаил Васильевич составил «Примерную инструкцию к морским командующим офицерам, отправляющимся к поисканию пути на восток Северным Сибирским океаном». Эта инструкция была написана в соответствии с секретным указом Екатерины II об организации экспедиции через Северный океан на Камчатку и Алахшак (Аляску). Последний считался тогда островом, и Ломоносов предполагал, что он расположен где-то на половине пути между Камчаткой и Шпицбергенем.

Ученый заботился об экономическом процветании России, стремился не только показать, какими ископаемыми изобилуют ее недра, но и научить соотечественников извлекать эти богатства и использовать их на благо народа. В 1763 г. Ломоносов выдвигает идею составления карты «о продуктах российских», в которой было бы отражено, «сколько наших продуктов и прочего экономического в России родится, или на фабриках и заводах делается... Также определить можно карту рудокопных мест и разных яко то, железных, медных и прочих заводов, карту фабрик, мануфактур и всего того, чем российское государство избыточествует». Эти работы способствовали развитию горнозаводского дела и металлургии.

В 1764 г. Ломоносов пророчески предсказал: «Российское могущество прирастать будет Сибирью и Северным океаном...». Это предвидение великого ученого блестяще подтвердилось.

Более 20 лет Ломоносов посвятил изучению Арктики. Ученый первым разработал классификацию морских льдов, дал объяснение природы айсбергов, ввел понятие «северное сияние», высказал ряд удивительно верных суждений о природе Северного Ледовитого океана.

Когда в 1948 г. был открыт подводный хребет, простирающийся на 1800 км от Новосибирских островов через весь Ледовитый океан до острова Элсмир, ему по праву было присвоено имя М.В.Ломоносова, который еще в 1752 г. предсказал наличие в этом месте островов, влияющих на направление морских путей.

### *История и обществознание*

Ломоносов – автор первого учебника древней истории России. В 1751 г. он начал собирать материалы и писать по подлинным документам историю России.

В 1760 г. был издан «Краткий российский летописец с родословием». Историей Российского государства Ломоносов заинтересовался, когда ему было 38 лет, и интерес этот сохранил до конца жизни. В «Летописце» описывались важнейшие деяния великих русских князей и царей до Петра I и важнейшие события, происходившие в петровские времена. Ломоносов доказывал, что русский народ произошел не от норманнов, а прошел свой путь развития самостоятельно. Ученый признавал некоторое значение народных масс в истории, но решающую роль в ней отводил личности.

В 1761 г. Ломоносов написал один из лучших и важных научных трактатов «О сохранении и размножении российского народа», который стал результатом его многолетних размышлений на эту тему. Ломоносов обозначил следующие проблемы:

- о размножении и сохранении российского народа;
- об истреблении праздности;
- об исправлении нравов и большем народе просвещении;
- об исправлении земледелия;
- об исправлении и размножении ремесленных дел и художеств;
- о лучших пользах купечества;
- о лучшей государственной экономии;
- о сохранении военного искусства во время долговременного мира.

Уже после смерти Ломоносова была издана «Древняя Российская история от начала Российского народа до кончины великого князя Ярослава Первого или до 1054 года, сочиненная Михайлом Ломоносовым, статским советником, профессором химии, членом Санкт-Петербургской Императорской и Шведской королевской Академий наук». Эта работа открыла новое направление в отечественной историографии, выступившей против теории о норманнском основании государства в Древней Руси. До Ломоносова и при нем считалось, что варяги (норманны) создали Российское государство. Основанием для такого вывода послужила «Повесть временных лет», в которой говорилось о «призвании варягов» – князей Рюрика, Синеуса и Трувора – на Русь в 862 г.

На Руси в IX–XI вв. действительно было немало варяжских воинов-дружинников, служивших у русских князей, и варяжских купцов, занимавшихся торговлей на пути «из варяг в греки». Однако, по мнению Ломоносова, норманнская теория была несостоятельной.

### *Просвещение*

Ломоносов постоянно пытался распространить и улучшить просвещение в России и настаивал на создании университета европейского типа, доступного всем слоям общества тогдашней России. Он составил проект Университета, в котором на трех факультетах (юридический, медицинский и философский) должно быть 12 профессоров. Интересно перечисление

профессоров по их научным направлениям на факультетах: медицинском – профессоров химии, натуральной истории и анатомии; философском – профессоров философии, физики, риторики, поэзии, истории, а также древностей и критики. Указ об основании Университета был подписан императрицей Елизаветой 25 января 1755 г.

В 1755 г. по проекту и инициативе Ломоносова был организован и открыт Московский университет, в настоящее время носящий его имя.

В том же году Ломоносов закончил написание огромной по объему «Российской грамматики», первой подлинно научной грамматики русского языка. По этому учебнику обучались многие поколения русских людей.

В 1755 г. Ломоносов пишет, что при Университете должна быть гимназия, без которой «...университет как пашня без семян. О ее учреждении хотел бы я кратко здесь предложить». Ломоносов занимался устройством гимназии и составлением Устава для нее, причем всеми силами отстаивал права низших сословий на образование.

В 1755 г. Ломоносов составляет «Проект регламента московских гимназий», где подробно представляет систему оценки знаний учащихся, правила поведения учащихся, систему поощрений и наказаний и т.д.

Ломоносов написал учебники по различным отраслям наук – это древняя история России и экономическая география, физическая химия и риторика, грамматика и металлургия, горное дело.

Ломоносов не только написал первый учебник по физической химии, но и читал лекции для студентов по этой новой науке.

### *Языкознание и литература*

Значительна роль Ломоносова в преобразовании нашего стиха: он реформировал систему русского стиха, заложив основы развития современного стихосложения; ввел следующие стихотворные размеры: ямб, хорей, дактиль и их сочетание.

Ломоносов оставил богатое литературное и стихотворное наследие. В 1743 г. написал две лучшие оды «Вечернее размышление...» и «Утреннее размышление...». Эти произведения – своеобразный сплав научного и художественного творчества. Два научных трактата – «Вечернее размышление...» и «Письмо о пользе стекла» – написаны им в стихах.

Впоследствии занятия стихами побудили Ломоносова заинтересоваться самим русским языком, и в 1747 г. он пишет «Краткое руководство к красноречию. Книга 1-я. Риторика».

Ломоносов утвердил основные начала русской литературной речи. Как ученый, он ввел в научный оборот такие термины, как эксперимент, квадрат, синус, формула, кислота, предложный падеж, термометр, барометр, микроскоп, диаметр, атмосфера и др.

Ломоносов знал и любил русский язык. Он добился, чтобы обучение в Университете велось на русском

языке, а не на латыни, как прежде. О красоте русского языка он писал: «Карл V, римский император, говаривал, что испанским языком с Богом, французским – с друзьями, немецким – с неприятельми, итальянским – с женским полом говорить надобно. Но если бы он российскому языку был искусен, то, конечно, к тому присовокупил бы, что им со всеми оными говорить пристойно, ибо нашел бы в нем великолепие испанского, живость французского, крепость немецкого, нежность итальянского, сверх того, богатство и сильную в изображениях краткость греческого и латинского языка».

Ломоносов заложил основы современного русского разговорного языка, сблизил разговорную и литературную речь, обеспечил целостность и самостоятельность русского языка. Ломоносов распределил весь словарный запас «славяно-русского» языка по трем группам – «штилям», связав с каждым из них определенные литературные жанры, исключил из литературной речи устаревшие малопонятные церковнославянские слова, ненужные иностранные слова.

Два его сочинения имели большое значение для развития русского языка. Это «Российская грамматика» и «Краткое руководство к риторике». Многие поколения русских людей учились по этим учебникам.

Ломоносов знал 31 язык, 11-ю из них он владел в совершенстве.

### *Искусство и промышленность*

Создатель теоретических основ горнорудного дела и металлургии, зачинатель стекольного и фарфорового производства, изобретатель фарфоровой массы и производства цветных стекол и красок, исследователь солеварных промыслов, новатор в области добычи золота, мастер пробирного дела и первый химик-аналитик – вот краткая характеристика деятельности Ломоносова в области промышленности.

Михаил Васильевич не принадлежал к числу кабинетных ученых. Он стремился обратить науку «к служению новым потребностям и нуждам российского света и российского народа». Ему первому принадлежат замечательные работы в области добычи золота. Ломоносов первым в России создал мозаику, причем он здесь проявил себя не только как художник, но прежде всего как химик и химик-технолог. В своей химической лаборатории с великим упорством он производил тысячи плавок для того, чтобы разработать способы получения цветного стекла (смальты) для мозаичных картин. Одновременно он является изобретателем красок для окрашивания стекла и фарфора.

Ломоносов проявлял огромный интерес к природным богатствам страны с целью их практического использования. В глинах, которые он желал получать со всех концов России, предполагалось искать различные металлы, в песке Ломоносов предлагал искать золото. Он организует обучение молодых людей металлургии

и пробирному делу, чтобы обеспечить грамотными кадрами промышленность.

Эти работы великого ученого оказали влияние на развитие горнозаводского дела и металлургии. Он по праву может считаться первым учителем русских рудознатцев и металлургов. Одна из первых научно-технических книг в области металлургии и горного дела «Первые основания металлургии или рудных дел» принадлежит Ломоносову.

Большой интерес представляют исследования Ломоносова в области добычи золота. Эта сторона его деятельности представляет большой теоретический и практический интерес. Михаил Васильевич первый пришел к мысли, что рассыпное золото можно добывать из песков в очень многих местах России; он предложил новый способ извлечения золота из золотоносных песков и создал теорию образования россыпного золота, указав, что после открытия золотоносного песка нужно искать коренное месторождение золота, поднимаясь вверх по рекам.

В своей химической лаборатории Ломоносов разработал состав фарфоровой массы, что было тесно связано с его работой по производству цветных стекол. Ученый не ограничивается лабораторными исследованиями, а добывается в 1752 г. открытия фабрики в с. Усть-Рудице под Петербургом. Там он организует производство разноцветного стекла, бисера и стекляруса, где применялись различные технологические приемы обработки стекла: вытягивание, литье, пресование, шлифовка, полировка, гранение.

Научные интересы Ломоносова привели его к изящным искусствам. В начале 50-х гг. XVIII в. Ломоносов проявляет особый интерес к мозаике, стеклянным и бисерным заводам. Ломоносова так захватило искусство мозаики, что он сам стал художником, тем более, что мастеров-мозаистов в России тогда не было. Летом 1752 г. Ломоносов завершил первую работу – мозаичный «Образ Богоматери по картине итальянского живописца Солимены», которую подарил императрице Елизавете.

В благодарность за учреждение Усть-Рудицкой фабрики ученый подарил Сенату мозаичный портрет



Фрагмент мозаичной картины «Полтавская баталия»

Петра I. Первой мозаичной картиной для Петропавловского собора стала «Полтавская баталия». Картина поразила всех своей красотой и размерами: ее длина 6,4 м, высота – 4,8 м. Всего в мастерских Ломоносова было выложено около 40 мозаичных картин.

За работы в области мозаичного искусства Ломоносов был избран членом Российской Академии художеств.

### *Начало пути*

М.В. Ломоносов родился 8 (19) ноября 1711 г. в деревне Денисовка близ города Холмогоры Архангельской губернии в семье крестьянина-помора Василия Дорофеевича Ломоносова.

Детей в поморских семьях воспитывали с большой суровостью, в труде; они росли здоровыми и крепкими, у них формировался сильный характер. С десяти лет каждое лето и осень отец брал Михаила с собой на рыбные промыслы в Белое и Баренцево моря. Трудовая и промысловая жизнь, полная опасностей и лишений, закалила молодого Ломоносова, сделав из него русского богатыря.

Путешествия по Беломорскому северу обогатили Ломоносова важными наблюдениями, которые ему впоследствии пригодились в научной работе. Многие загадочные явления природы беспокоили его пылкий ум и пробудили в нем жажду знаний. У местного дьячка Ивана Шубного он выучился читать и писать. Первыми учебниками Михаила Ломоносова были «Грамматика» М.Смотрицкого и «Арифметика» Л.Магницкого, в которой излагались не только действия с целыми и дробными числами, но и основы алгебры, геометрии, тригонометрии, астрономии, навигации, метеорологии, инженерного искусства. Эти книги впоследствии Ломоносов называл «воротами своей учености».

Узнав от своего учителя-дьячка, что большая часть научных книг написана на латинском языке, которому можно обучиться только в Москве, Киеве или Петербурге, он загорелся желанием учиться в одном из этих городов, и в конце 1730 г. ушел из дома с рыбным обозом, отправлявшимся в Москву.

В Москве Ломоносов поступил в Славяно-греко-латинскую академию, назвавшись сыном дворянина, поскольку обучать грамоте детей рыбаков считалось лишним. Ему было тогда 19,5 лет, и по возрасту он оказался самым старшим учеником в младших классах. Благодаря большим способностям и огромному трудолюбию, он в первый год закончил три класса академии и уже мог писать стихи на латинском языке. Затем он выучил греческий язык, много занимался в библиотеках, читал рукописные и печатные книги, летописи, труды латинских и греческих авторов.

В поисках более глубоких знаний по физике и философии осенью 1733 г. Ломоносов уехал учиться в Киево-Могилянскую духовную академию, однако и здесь этим наукам уделяли мало внимания,



поэтому через год он вернулся в Москву. А в декабре 1735 г. Ломоносов в числе наиболее отличившихся учеников был послан в Петербург для зачисления в Академический университет, созданный по замыслу Петра I.

Незаурядные способности и трудолюбие Ломоносова вывели его в число лучших студентов, и в 1736 г. он был командирован в Германию, где продолжил обучение в Марбурге у профессора Х.Вольфа.

Три года учебы в городе Марбурге значительно расширили круг знаний Ломоносова. Здесь он познакомился с работами Р.Бойля, и, как писал впоследствии, благодаря работам Бойля «мною овладело страстное желание исследовать мельчайшие частички тел. О них я размышлял 13 лет». Он начал разрабатывать корпускулярные представления уже в своих первых студенческих работах.

Профессор Ю.Г.Дуйзинг, читавший студентам лекции по теоретической химии, выдал Ломоносову свидетельство, в котором говорилось: «...весьма достойный и даровитый юноша Михаил Ломоносов, студент философии... с неутомимым прилежанием слушал лекции химии ... и извлек из них немалую пользу...» А профессор Вольф в свидетельстве, выданном Ломоносову, написал: «Молодой человек преимущественного остроумия, Михаил Ломоносов с того времени,

как для учения в Марбург приехал, часто математические и философские, а особливо физические лекции слушал безмерно, любил основательное учение. Ежели впредь с таким же рачением простирается будет, то, не сомневаюсь, что, возвратясь в отечество, принесет пользу обществу, чего от сердца желаю».

В 1739 г. российские студенты переехали во Фрейберг к профессору И.Ф.Генкелю, считавшемуся хорошим специалистом в областях металлургии, химии и минералогии. Изучая металлургию и горное дело, Ломоносов не ограничился лекциями Генкеля, но и посещал рудники, считая, что минералогии и рудное дело нельзя изучать в кабинете.

В мае 1740 г. Ломоносов покинул Фрейберг. Начался период странствий по Европе. В общей сложности за рубежом Ломоносов прослушал курсы по 16 научным дисциплинам.

Летом 1741 г. Ломоносов возвратился в Петербург. Представив на суд академиков свои ученые сочинения, он с нетерпением ждал их отзыва. Только в начале 1742 г. он был назначен адъюнктом Академии наук по физическому классу, а в 1745 г. стал первым русским, избранным на должность профессора (академика) химии.

С этого периода начинается большая плодотворная деятельность Ломоносова как ученого.

● ОТ РЕДАКЦИИ

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Желающие стать авторами нашего журнала должны направлять материалы в редакцию, руководствуясь следующими правилами.

- В редакцию принимаются статьи, которые не публиковались в других специализированных газетах и журналах.
- Текст статьи или заметки готовится в печатном варианте (через 2 интервала) в 1 экземпляре.
- Иллюстративный материал – рисунки, фотографии – оформляется на отдельных листах. Если вы присылаете иллюстрации в электронном виде, то каждая иллюстрация должна быть в отдельном файле формата TIF или JPG и иметь разрешение не менее 300 dpi. Подписанные подписи выполняются также на отдельном листе. В тексте даются ссылки на рисунки, а на полях указывается месторасположение каждого. **Обязательно указывайте автора иллюстрации, правообладателя или источник, из которого вы ее взяли!**

- Если вы присылаете текст на дисках или по электронной почте, то сохраняйте файлы в форматах RTF (предпочтительно) или DOC. Перед отправкой проверьте диск на вирус.

- Если вы хотите приложить к статье презентацию, то присылайте ее вместе со всеми включенными в нее файлами (картинки, видео, аудио, флеш анимация). (Презентация будет размещена на прилагаемом к номеру компакт-диске.)

- Каждому автору, публикующемуся в нашем журнале, необходимо заполнить карточку «Данные автора для выплаты гонорара» (паспортные данные, дата и место рождения, адреса прописки и места жительства, номер страхового свидетельства пенсионного фонда, ИНН), сделать ксерокопию страхового свидетельства пенсионного фонда и представить их в редакцию вместе с текстом статьи.

По материалам, не содержащим указанных данных, гонорар выплачиваться не будет.

● КРОССВОРДЫ

### ОТВЕТЫ НА «ХИМИЧЕСКИЙ КРОССВОРД»

(См. октябрь, 2011)

**По горизонтали.** 2. Бор. 5. Каротин. 6. Радикал. 11. Галенит. 12. Сидерит. 13. Байер. 15. Купер. 18. Основание. 19. Аскарит. 20. Олово. 21. Поташ.

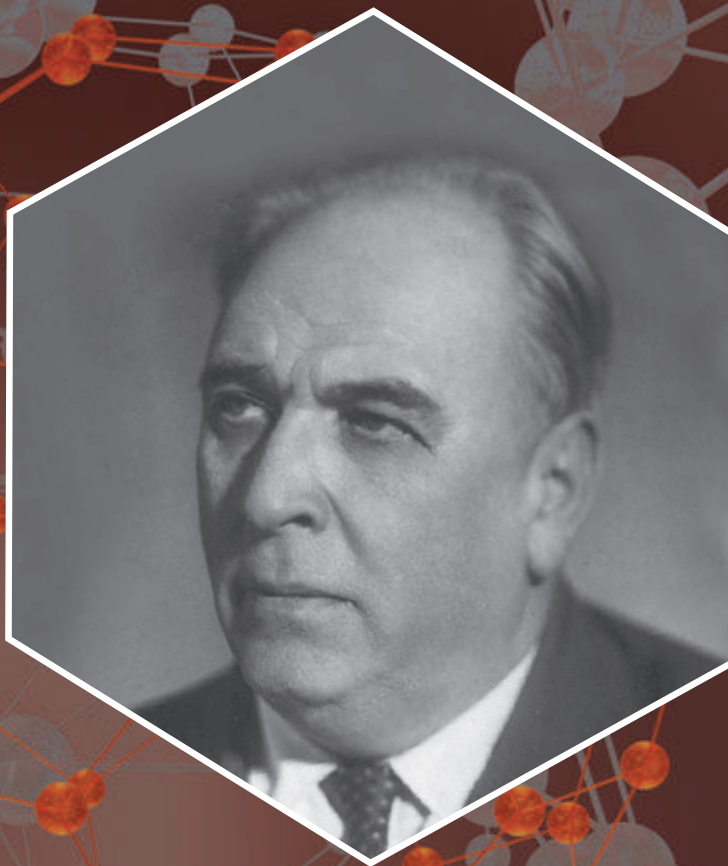
**По вертикали.** 1. Доломит. 3. Сахарин. 4. Диамит. 7. Напалм. 8. Железо. 9. Кекуле. 10. Никель. 14. Лавсан. 16. Аносов. 17. Индиго.

### ОТВЕТЫ НА КРОССВОРД «ЭЛЕМЕНТЫ, ВЕЩЕСТВА И ...»

(См. октябрь, 2011)

**По горизонтали.** 5. Металл. 6. Анилин. 8. Кулон. 9. Гипс. 11. Фтор. 12. Хлороформ. 15. Уран. 16. Неон. 17. Белки. 19. Фильтр. 20. Уранат.

**По вертикали.** 1. Стеарин. 2. Тальк. 3. Луний. 4. Криптон. 7. Хлорофилл. 10. Селен. 11. Фуран. 13. Крекинг. 14. Фосфаты. 17. Бетон. 18. Иприт.



## Николай Александрович Фигуровский (1901–1986)

Российский химик  
и историк науки

**Ж**изнь Николая Александровича Фигуровского охватила почти весь XX в., он был свидетелем и участником многих переломных событий того времени. Сын церковнослужителя из костромской деревни, начавший свое образование в духовной семинарии, после революции он около 10 лет отслужил в Красной Армии, получив там специальность военного химика. После демобилизации окончил Нижегородский университет и аспирантуру при нем, а в середине 1930-х гг. был приглашен в Москву, в докторантуру академического института. Перед войной успел защитить докторскую диссертацию, однако, несмотря на бронь, ушел на фронт в октябре 1941 г., воевал, участвовал в Сталинградской битве и лишь в 1944 г. был отозван с фронта, чтобы начинать восстанавливать мирную жизнь, налаживать образование. В 1945 г. Николай Александрович был приглашен в МГУ и стал профессором химического факультета.

Еще перед войной, познакомившись с Н.Д.Зелинским, академиком и создателем противогАЗа, Фигуровский как военный химик заинтересовался историей этого изобретения, а через него – и историей науки. Его первая историко-научная книга (об истории противогАЗа) вышла в 1942 г. Потом, после войны, деятельность ученого сосредоточилась в основном на истории химии: он возглавлял соответствующую кафедру на химфаке МГУ, создал здесь целую научную школу по истории химии, почти 40 лет читал общий курс лекций по этой дисциплине. Одновременно Николай Александрович работал в Институте истории естествознания и техники Академии наук СССР, в течение ряда лет был его директором. Из-под его пера вышло более 500 научных трудов, в том числе более десятка книг – биографические очерки об ученых, монографии и учебники по истории химии. Фигуровский много и с интересом занимался исследованием развития химии в России, среди его работ – около двух десятков статей о М.В.Ломоносове, он – автор первой научной биографии Д.И.Менделеева.

24 ноября исполняется 110 лет со дня рождения профессора Н.А.Фигуровского.



# АКЦИЯ-2012

Полугодовая подписка а  
на электронную версию журнала

«Химия»

200 рублей!



Каждый подписчик получает по почте  
именной сертификат, подтверждающий  
«профессиональную компетентность  
в использовании ИКТ»

Акция-2012 проводится в рамках тарифного плана «Экономичный».  
Все тарифные планы – на с. 31 этого номера

Подписка на сайте [www.1september.ru](http://www.1september.ru)