12+

ISSN 2221-2353

Химия Биология Медицина
ПОТЕНЦИАЛ

Журнал для старшеклассников и учителей

Sapere Aude – Дерзай знать!

Апрель-Июнь 2019 №2 (72)

Колонка редактора

Химия

Биология

Медицина

Исследовательская деятельность

Олимпиады

Калейдоскоп

Hess

Химическая олимпиада имени Германа Гесса

В новом учебном году состоится **химическая олимпиада имени Германа Гесса** – всероссийское соревнование для школьников не старше 8 класса по решению оригинальных задач по химии.

Олимпиада состоит из двух этапов – заочного и очного. На протяжении заочного этапа участники удаленно решают предложенный комплект задач и отправляют свои решения. Лучшие участники приглашаются на финальный этап, который состоит из теоретического и практического тура.

Пример задачи заочного этапа Олимпиады, состоявшейся в мае 2019 года:

Бинарное вещество сожгли в кислороде. Получившуюся смесь газов, не обладающую ни цветом, ни запахом, пропустили последовательно через растворы гидроксида натрия, серной кислоты и перманганата калия. При этом масса изменилась только у первого раствора, объём газа уменьшился в 61 раз, плотность по водороду оставшегося газа составила 1,98. Определите состав исходного вещества и предположите его строение.

Олимпиада имени Германа Гесса была впервые организована в 2018-19 учебном году группой студентов и аспирантов факультета наук о материалах и химического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова. В заочном этапе приняли участие 935 учащихся, из них 58 были приглашены на финальный этап в Москве. Очный этап состоялся на базе химического факультета, практический тур был проведен в специальных оборудованных практикумах.

Участие в Олимпиаде развивает интерес к химии у юных учеников, умение находить нестандартные решения необычных задач, работать с источниками информации. Также школьники узнают много новой для себя информации и повышают навыки коммуникации, что чрезвычайно полезно в дальнейшем будущем. Информацию об Олимпиаде, актуальные новости, задачи этого года и контактную информацию можно найти на сайте http://olhess.ru. Также рекомендуется вступить в официальную группу Олимпиады https://vk.com/olhess.

Журнал для старшеклассников и учителей

ПОТЕНЦИАЛ
Химия Биология Медицина

Апрель-Июнь № 2 (72) 2019

Содержание

Колонка редактора

2 Куда пойти учиться? *Н.И. Морозова*

Химия

4 Кремниевый мир. Силикаты везде. *Н.И. Морозова*

14 Ионные жидкости. *И.В. Белова*

Биология

18 Большие исследования маленького космоса. *В.В. Пимонов*

25 Основы современной филогенетической систематики: почему амёба не животное. *П.Н. Петров*

Медицина

32 Инстаграм для иммунной клетки. *Е.С. Дубодел*

Олимпиады

36 LXXV Московская городская олимпиада школьников по химии. (11 класс). *Л.В. Ромашов*

Исследовательская деятельность

43 Лучше обещанной халвы... *С.В. Дорохин, Е.А. Кремешкова*

50 International Conference of Young Scientists. *Д.А. Деянков*

Полевая практика

53 Дневник участника Комплексной образовательной школьной экспедиции. *Д.С. Ногина, А.Т. Никитина, Е.В. Кравчук*

Сквозь время

74 Все, что нас не убивает, делает нас сильнее? Свинец – незаметный яд и убийца разума. *А.С. Сигеев*

Издание охраняется Законом Российской Федерации об авторском праве.
Перепечатка текстов и иллюстраций только с письменного согласия редакции.

Редколлегия
Главный редактор М.Г. Сергеева
Научный редактор Н.И. Морозова
Ответственный секретарь
А.В. Буланов
Шеф-редактор Г.А. Четин

Техническая редакция
Редактор А.С. Сигеев
Вёрстка А.С. Сигеев
Редактор-корректор Н.И. Морозова
Художник И.И. Семенюк

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС 77-43475 от 14 января 2011 года.

Адрес: 109544, г. Москва, ул. Рабочая, 84, редакция журнала «Потенциал. Химия. Биология. Медицина».
Тел. (495) 768-25-48, (495) 951-41-67
E-mail: potential@potential.org.ru
Сайт: www.potential.org.ru

Подписано в печать 06.06.2019
Усл. печ. л. 5
Формат 70x100 1/16
Заказ № 231
Электронная версия.
ООО «Азбука-2000»
109544, г. Москва, ул. Рабочая, 84

Журнал издаётся на средства выпускников МГУ им. М.В. Ломоносова.

ISSN 2221-2353

© «Потенциал. Химия. Биология. Медицина», 2011

Колонка редактора

Морозова Наталья Игоревна
Научный редактор журнала

Куда пойти учиться?

Представьте себя на месте молодого человека, желающего получить высшее образование в древности. Сколько проблем ему предстояло встретить на этом пути!

Начать с того, что найти учебное заведение было весьма сложно: передача знаний долгое время происходила в личном контакте, от учителя к ученику. Даже Платоновская Академия, имя которой стало нарицательным, являлась скорее религиозно-философским союзом, чем учреждением образования. Массовое появление университетов в современном понимании можно отнести к XIII веку (хотя отдельные известные учебные заведения существовали и ранее).

Понятие о науках, без которых не обойтись образованному человеку, было своеобразным. В Средние века много внимания уделялось религии, философии, риторике, праву; «естественнику» оставалась разве что математика и медицина. Любопытно, что естественной наукой считалась также музыка. На заре существования Парижского университета в нем было всего 4 факультета: богословский, юридический, медицинский и «артистический» (низший факультет, что-то вроде подготовительного отделения).

Если бы вы пришли в университет неподготовленным, то просто ничего не поняли бы. Ведь преподавание велось исключительно на латыни. Впрочем, если вы девушка, перед вашей гендерной принадлежностью померкли бы все остальные трудности. В большинство учебных заведений женщины не допускались.

Сегодня высшее образование доступно каждому, кто не очень плохо учился в школе, будь то девушка или юноша. Конечно, есть университеты, куда сложно поступить, есть и такие, в которых дорого учиться, но всегда можно найти подходящий. Если вы живете в крупном городе и не определились с направлением обучения, можно даже выбрать вуз поближе к дому.

Мы, однако, надеемся, что наш читатель примерно представляет, чем хотел бы заниматься в будущем, и готов сделать осознанный выбор. Проблемы средневекового абитуриента остались в прошлом, но им на смену пришла новая: как сориенти-

роваться в огромном множестве высших учебных заведений, в каждом из которых далеко не по одному факультету? Так, в МГУ им. М.В. Ломоносова 40 факультетов, не считая факультета военного обучения и СУНЦ МГУ. В Московской государственной академии ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина 4 факультета.

Прежде всего стоит понять даже не то, какая именно область вас интересует. Современная наука в большой степени междисциплинарна. Можно быть доктором химических наук и заниматься биологией, химики защищают диссертации по физико-математическим наукам, медики подвизаются в инженерии... Конечно, вряд ли историк сделает открытие в геологии. Но читатели нашего журнала, исходя из его тематики, довольно близки по своим жизненным и образовательным интересам: химия, биология, медицина... А эти области столь тесно переплетены, что порой невозможно сказать, где кончается одна и начинается другая.

Часто оказывается важнее, кем вы видите себя после окончания обучения. Хотите быть высококлассным специалистом в выбранной узкой области? Тогда ваш путь – в те вузы, которые раньше назывались институтами (теперь многие из них зовутся университетами, тем самым внося путаницу в само понятие «университетское образование»). Вот, например, факультеты Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева (бывшего МХТИ): факультет технологии неорганических веществ и высокотемпературных материалов, факультет нефтегазохимии и полимерных материалов, факультет инженерной химии, факультет информационных технологий и управления, факультет биотехнологии и промышленной экологии, инженерный химико-технологический факультет, факультет химико-фармацевтических технологий и биомедицинских препаратов, факультет естественных наук, гуманитарный факультет. Большинство из этих факультетов готовит кадры во вполне конкретных областях. И, разумеется, если работодатель будет искать специалиста по нефтегазохимии и полимерным материалам, в первую очередь он обратит внимание на выпускников соответствующего факультета, а не химфака МГУ.

Однако узкая специализация – палка о двух концах. За деревьями можно не увидеть леса. Поэтому те, кто хочет в будущем посвятить себя науке, новым открытиям и действительно прорывным технологиям, выбирают фундаментальное образование, которое дают традиционные университеты. Выпускник упомянутого выше химфака МГУ, наверное, хуже понимает нефтегазохимию, чем выпускник РХТУ, и меньше разбирается в переработке полимеров, чем закончивший Московский государственный университет тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова (бывший МИТХТ, ныне в составе МИРЭА). Но он ориентируется во всех областях химии и в пограничных областях смежных дисциплин, а значит, способен увидеть ситуацию в науке в целом, заметить неочевидные взаимосвязи, что-то оптимизировать, предложить что-то новое.

Приведем простой пример. Куда пойти учиться – на факультет фундаментальной медицины или в «первый мед» (МГМУ имени И.М. Сеченова)? Если вы хотите хорошо лечить людей – то второе. Если желаете изучать функционирование человеческого организма и разрабатывать новые принципы лечения – то первое.

Всем удачи в выборе и в поступлении!

Морозова Наталья Игоревна
Закончила химический факультет МГУ, кандидат химических наук, доцент СУНЦ МГУ. Основное занятие – преподавание химии 11-классникам, методическая работа, научная работа в области радиохимии и органического катализа, организация дистанционного обучения и очных мероприятий для школьников.

Кремниевый мир. Силикаты везде

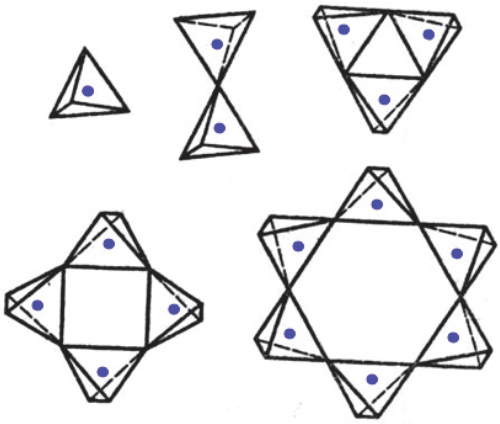
Рассказ о кремнии – царе неорганической природы – мы начали с его оксида. В этой статье мы продолжаем тему, на очереди – силикаты, соли кремниевых кислот.

В прошлой части статьи[1] мы упоминали, что оксид кремния – очень стабильное и инертное соединение. Кислотные свойства он проявляет с трудом, при высокой температуре. Но в земных недрах дефицита таких условий не наблюдается. При взаимодействии оксида кремния с другими оксидами и прочими реагентами кислотной природы образуются силикаты, из которых состоит большая часть земной коры и мантии.

Состав силикатов может довольно сильно отличаться от классической формулы «M_2SiO_3», приводимой в школьных учебниках. В структуре силикатов содержатся кремнекислородные анионы различного состава. Их основа – тетраэдры [SiO_4], которые могут соединяться друг с другом вершинами, ребрами или гранями (через атомы кислорода). И получающиеся конструкции могут быть самыми разными!

Силикаты с анионами конечного размера называют **островными**. Анионами могут выступать «одинокий» тетраэдр SiO_4^{4-} (как, например, в ортосиликате натрия), сдвоенные тетраэдры $Si_2O_7^{6-}$ (так называемые пиросиликаты), а также тетраэдры, соединенные между собой и замкнутые в кольцо (иногда их выделяют в отдельную группу кольцевых силикатов).

[1] Н.М. Морозова. Потенциал. Химия. Биология. Медицина. 2019. №1(71). С 3-8.

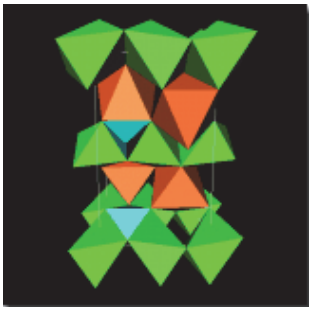


Строение анионов островных силикатов: SiO_4^{4-}, $Si_2O_7^{6-}$, $Si_3O_9^{6-}$, $Si_4O_{12}^{8-}$, $Si_6O_{18}^{12-}$

Обратите внимание: никакого аниона SiO_3^{2-} нам до сих пор не попалось. Формально такой состав может соответствовать кольцевым анионам $Si_3O_9^{6-}$, $Si_4O_{12}^{8-}$, $Si_6O_{18}^{12-}$, $Si_{12}O_{36}^{24-}$ и т. п.

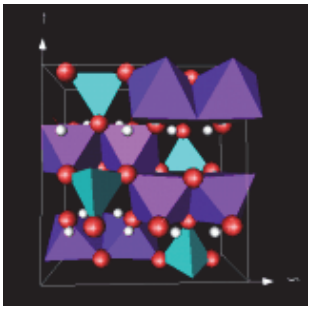
Островные силикаты с небольшими анионами бывают растворимы в воде (например, ортосиликат натрия), но и нерастворимые отличаются от силикатов с большими и бесконечными анионами сравнительно повышенной химической активностью. Так, **оливин** – ортосиликат магния-железа $(Mg,Fe)SiO_4$ – легко разлагается кислотами с выделением кремнезема. Ортосиликатами являются также **гранаты** $M^{II}_3M^{III}_2(SiO_4)_3$, где M^{II} – Mg, Mn, Fe, Ca, а M^{III} – обычно Al, реже Fe или Cr. Самая распространенная и самая твердая разновидность граната – альмандин $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$, похожий на рубин. Благодаря твердости альмандины, не подходящие для ювелирного применения, используют в промышленности для обработки поверхностей. Из некоторых гранатов делают кристаллы для лазеров.

Топаз представляет собой гидроксосиликат алюминия $Al_2SiO_4(OH,F)_2$, где часть гидроксид-ионов заменена на фторид-ионы. **Эпидот** $Ca_2(Fe,Al)_3(Si_2O_7)(SiO_4)OOH$ – основный смешанный орто- и пиросиликат. Эпидот довольно распространен, его применяют не только ювелиры, но также отделочники и строители. Лучшие образцы добывают в России, на Урале.

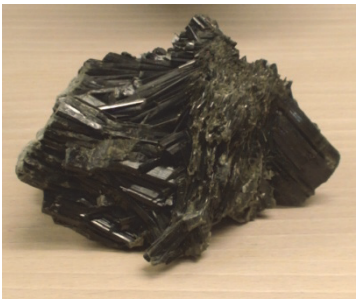


Оливин и его структура (users.omskreg.ru). Цепочки зеленых октаэдров $[(Mg, Fe)O_6]$, соединенных мостиками из голубых тетраэдров $[SiO_4]$, проложены между слоями оранжевых октаэдров $[(Mg, Fe)O_6]$

Альмандин



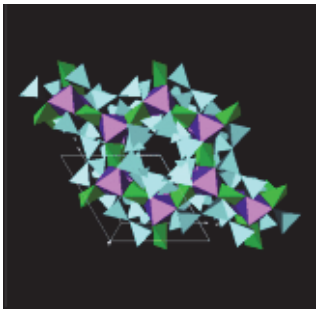
Топазы и их структура (users.omskreg.ru), построенная из тетраэдров [SiO_4] (голубые) и октаэдров [AlO_6] (фиолетовые). Красными шариками обозначены гидроксогруппы, белыми – атомы F



Эпидот

Кольцевым силикатом является, например, **берилл** $Be_3Al_2(Si_6O_{18})$. Берилл используется не только в ювелирном деле, но и как руда бериллия – легкого металла, входящего в состав сплавов, применяемых в самолетостроении. Еще один силикат с такими же анионами – **диоптаз** $Cu_6(Si_6O_{18})\cdot 6H_2O$.

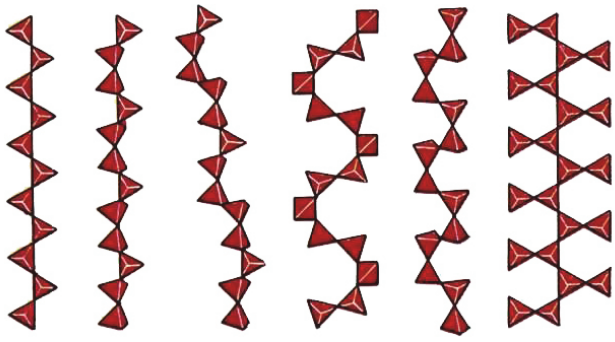
Разновидности берилла: золотистый берилл (гелиодор), аквамарин, изумруд



Структура берилла (users.omskreg.ru). Кольца из голубых соединенных углами тетраэдров $[SiO_4]$ формируют чередующиеся слои с зелеными тетраэдрами $[BeO_4]$ и розовыми октаэдрами $[AlO_6]$

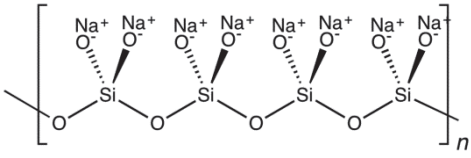
Кроме островных силикатов, существуют силикаты с теоретически бесконечными анионами. Понятно, что в реальности они обрываются на гранях кристалла, но число атомов в анионе, сравнимое с числом Авогадро – это очень-очень много. Таковы, например, **цепочечные** силикаты. Нетрудно догадаться по названию, что их анионы состоят из бесконечных цепей тетраэдров, по-разному связанных друг с другом.

Диоптаз



Структуры цепочечных силикатных анионов[2]

Простые цепи являются основой метасиликатов с условной формулой M_2SiO_3. Почему условной? Потому что на самом деле анион полимерный: $(SiO_3)_n^{2n-}$. Метасиликаты натрия и калия растворимы, однако растворение происходит в заметной степени только при кипячении, анион в процессе разрушается, дробясь на более мелкие фрагменты и гидролизуясь.



Строение метасиликата натрия

[2] http://bio.niv.ru/doc/encyclopedia/mining/articles/477/silikaty-prirodnye.htm

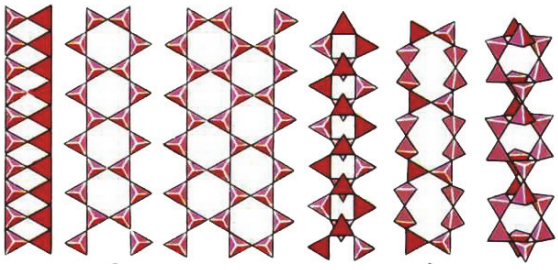
Сподумен (кунцит)

К цепочечным силикатам относится также **сподумен** $LiAl(Si_2O_6)$ – руда лития. Сподумен ценен не только возможностью извлечь литий: он используется в производстве стекол и является люминофором, а наиболее красивая разновидность – кунцит – служит для ювелирных украшений.

Наверное, самый впечатляющий из цепочечных силикатов – волшебно-фиолетовый **чароит** $(K,Ba,Sr)(Ca,Na)_2(Si_4O_{10})(OH,F)\cdot H_2O$. Этот уникальный минерал получил название по якутской реке Чара, где находится его единственное месторождение «Сиреневый Камень», открытое в 1973 г. – совсем недавно, хотя возраст чароитовых пород около 134 млн лет.

Чароит

Ленточные (или поясные) силикаты иногда относят к цепочечным, а иногда выделают в отдельный класс. Это тоже бесконечные цепи тетраэдров $[SiO_4]$, но сдвоенные или строенные. Примерами могут являться разновидности актинолита $Ca_2(Mg,Fe)_5(Si_4O_{11})_2(OH)_2$ – нефрит и тремолит-асбест.



Структуры ленточных силикатных анионов[3]

[3] http://bio.niv.ru/doc/encyclopedia/mining/articles/477/silikaty-prirodnye.htm

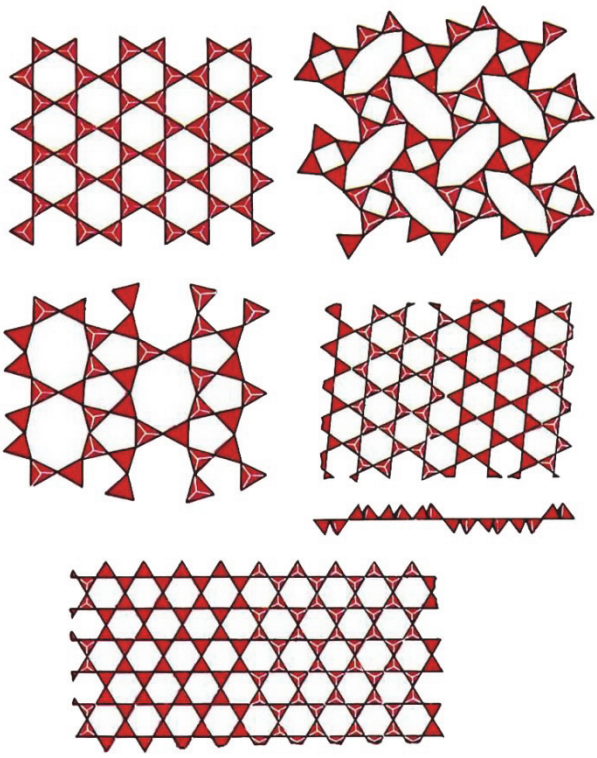
Нефрит – камень зеленых оттенков, легко поддающийся обработке, его использовали еще в неолите для изготовления орудий, а затем – украшений. Особенно любят нефрит в Китае, где называют «камнем жизни». Старинная китайская пословица гласит: «Золото имеет цену, нефрит же бесценен». Нефрит состоит из тончайших волокон: поскольку структура определяет свойства, цепочечные и ленточные силикаты часто имеют волокнистое строение. Волокна спутаны между собой, и это придает камню высокую вязкость: его очень трудно расколоть на куски.

Нефрит

У асбеста волокна более ярко выражены и видны невооруженным глазом. Существуют разные виды асбестов. К ленточным силикатам относится, в частности, **тремолит-асбест**. Асбест применяют как несгораемый, неэлектропроводный и химически стойкий материал в самых разных областях техники, главным образом в строительстве. Правда, это относится в основном к другому виду: **хризотил-асбесту**. Применение тремолит-асбеста ограничено, а в некоторых странах запрещено, т. к. его острые волоконца при вдыхании опасны и обладают канцерогенным действием.

Тремолит-асбест

Хризотил-асбест $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$ является представителем **слоистых** (или листовых) силикатов, в структуре которых существуют бесконечные сетки, построенные из сочлененных тетраэдров $[SiO_4]$. Это тонковолокнистая разновидность минерала **серпентин** (змеевик) $M_{2-3}Si_2O_5(OH)_4$, где M = Mg, Fe, Ni, Al, Zn, Mn. Серпентин обычно имеет зеленоватую окраску, но хризотил-асбест, содержащий из катионов только Mg^{2+}, белый.



Структуры слоистых силикатных анионов[4]

Хризотил-асбест

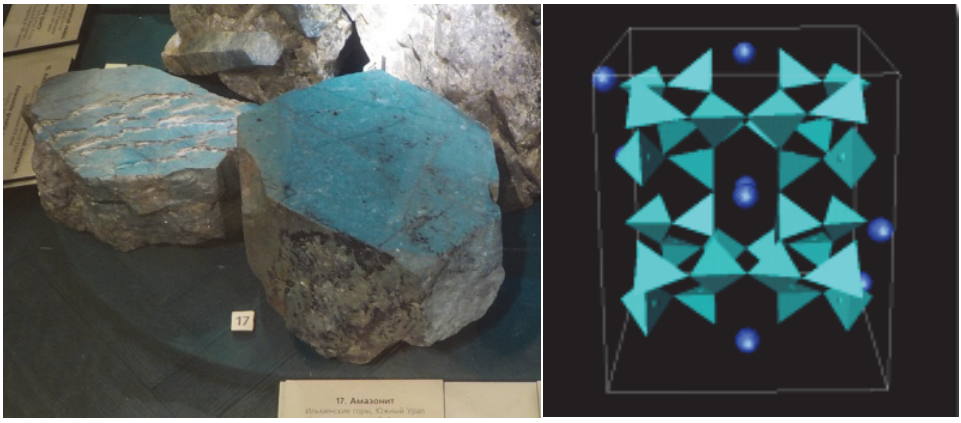
Змеевик (серпентин)

Еще один слоистый силикат – **тальк** $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$, жирное на ощупь и очень мягкое вещество. Тальк используется в промышленности как наполнитель и смазочный материал, в косметике и лекарствах, в детских присыпках.

[4] http://bio.niv.ru/doc/encyclopedia/mining/articles/477/silikaty-prirodnye.htm

Тальк

Существуют ли силикаты с трехмерной решеткой? Тетраэдры $[SiO_4]$, связанные во всех трех измерениях, образуют оксид кремния. Но не торопитесь говорить «нет»! Если в оксиде кремния часть из атомов Si^{+4} заменить на Al^{+3}, то получатся анионы **алюмосиликатов** с трехмерной (**каркасной**) структурой. Широко распространены в природе полевые шпаты – каркасные алюмосиликаты $M^{I}(AlSi_3O_8)$, $M^{II}(Al_2Si_2O_8)$ или смешанные формы: например, **ортоклаз** $K(AlSi_3O_8)$ и **амазонит** $(K,Na)AlSi_3O_8$, ошибочно названный по реке Амазонка (где его нет!).



Амазонит и его структура (users.omskreg.ru). Синие шарики – ионы натрия и калия в пустотах каркаса голубых тетраэдров $[(Al, Si)O_4]$, соединенных углами

Алюмосиликаты с широкими каналами в структуре называются **цеолитами**. Они используются в качестве адсорбентов (чему способствует высокопористая структура) и ионообменников (легко обменивают содержащийся в них ион Na^+ на Ca^{2+} и Mg^{2+}, уменьшая жесткость воды), молекулярных сит (определенный размер каналов позволяет «просеивать» посторонние вещества) и носителей для катализаторов (благодаря высокой удельной поверхности). Природные цеолиты не всегда устраивают промышленность, и синтезируется большой ассортимент искусственных цеолитов.

Природный цеолит стильбит $Ca(Al_2Si_7O_{18})_7 \cdot H_2O$ и синтетические цеолиты (*https://cn.all.biz/img/cn/catalog/361868.jpeg*)

Алюмосиликаты не обязательно имеют каркасную структуру. Распространены слоистые алюмосиликаты – **слюды** $(K,Na)(Al,Mg,Fe,Li)_3(AlSi_3O_{10})(OH,F)_2$. Их слоистое строение ярко выражается в текстуре и способности легко раскалываться на тонкие пластины. По-английски слюда будет «muscovy glass» – «московитское стекло», потому что в Средние века основным поставщиком слюды была Московия (так называли на Западе тогдашнюю Россию). Одна из разновидностей слюды $KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$ носит название **мусковит**. Раньше слюду вставляли в окна, сейчас из нее делают смотровые окошки в котлах, печах и т. п., а также используют в электротехнике.

Мусковит

В честь силикатов даже улицы названы! Например, в Москве существуют аж целых три Силикатных проезда. И это не случайно: они расположены вблизи Силикатного завода. Целая отрасль – силикатная промышленность – занимается изготовлением искусственных силикатных материалов.

Стекло – прозрачный аморфный сплав силикатов[5]. Состав обычного оконного стекла примерно выражается формулой $Na_2O \cdot CaO \cdot 6SiO_2$. В нем также содержится немного MgO и K_2O. Стекло делают в основном из песка, соды и известняка, добавляя немного калийной селитры KNO_3 и магнезита $MgCO_3$. Варка стекла происходит при температуре около 1000°C, при этом карбонаты и нитрат разлагаются с образованием оксидов, которые реагируют с SiO_2, а газы, получающиеся при разложении, удаляются в более горячей части печи (1600°C). Далее массу охлаждают до 1200-1300° – при такой температуре из стекла удобно формовать изделия.

Для получения цветного стекла в массу вводят добавки оксидов металлов. Оксид кобальта придает стеклу синий цвет, оксиды меди (II) и хрома (III) – зеленый, оксид желе-

[5] Подробнейший рассказ о стекле вы можете прочитать в статьях А.А. Дроздова и М.Н. Андреева, опубликованных в нашем журнале в №№ 5, 8 и 9 за 2012 год.

за (III) – от желто-зеленого до коричневого. Если часть соды заменить поташом K_2CO_3, а часть оксида кремния – оксидом бора, то получится тугоплавкое стекло. Непрозрачность стеклу придают добавки фторида кальция и криолита Na_3AlF_6.

SiO_2 не реагирует с кислотами, но есть одно исключение – плавиковая кислота. Их взаимодействие не кислотно-основное, протекание этой реакции обеспечивается высокой устойчивостью комплексного иона $[SiF_6]^{2-}$:

$$SiO_2 + 6HF = H_2[SiF_6] + 2H_2O.$$

Благодаря летучести тетрафторида кремния возможна реакция оксида кремния и с сухим фтороводородом:

$$SiO_2 + 4HF = SiF_4\uparrow + 2H_2O.$$

Почему мы сейчас вспомнили об этих реакциях? Потому что на них основано травление стекла. Если использовать сухой HF, образуется матовый след травления, а взаимодействие с раствором плавиковой кислоты приводит к прозрачным следам травления. Это свойство используется, например, для украшения стеклянных поверхностей.

Из чего построены многие современные здания? Из **бетона**. Основа бетона – **цемент** с разными наполнителями. Цемент производят из глины (основной ее компонент – каолин $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$), известняка, песка, золы и щебня. При 1200–1300°С каолин и известняк разлагаются на оксиды, из смеси удаляется углекислый газ и вода в виде пара. Когда цемент замешивают с водой и наполнителями, получается цементный раствор, в котором постепенно происходит схватывание за счет гидратации оксидов:

$$3CaO \cdot Al_2O_3 + 6H_2O = 3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O.$$

Основное сырье для производства **керамики** – тоже глина. Ее измельчают, смешивают с добавками, формуют, сушат, а затем обжигают при 900°С. Раньше керамические изделия использовались только как посуда. Сейчас керамика широко применяется как материал в промышленности, строительстве, искусстве, медицине. Разновидностями керамики являются кирпич, черепица, облицовочная плитка. Изделия из тонкой белой глины называются фарфором, из белой глины с примесями кварцевого песка – фаянсом.

Оглянитесь вокруг себя, и вы обязательно увидите силикаты!

Калейдоскоп Калейдоскоп Калейдоскоп

Цитаты

Какой я химик, я политэконом. Что там «Основы химии», вот «Толковый тариф» – это другое дело.

Д.И. Менделеев

Как химик, я убежден в возможности получения питательных веществ из сочетания элементов воздуха, воды и земли, помимо обычной культуры, т. е. на особых фабриках и заводах. Но надобность в этом ещё далека от современности. Потому что пустой земли ещё везде много...

Д.И. Менделеев

Всякий необходимо причиняет пользу, употребленный на своем месте. Напротив того: упражнения лучшего танцмейстера в химии неуместны; советы опытного астронома в танцах глупы.

Козьма Прутков

Белова Ирина Викторовна
Выпускница 11 химического класса СУНЦ МГУ.
Сфера научных интересов: органическая химия, медицинская химия, биохимия.

Ионные жидкости

Как правило, вещества, построенные из ионов, имеют прочные кристаллические решетки и при комнатной температуре твердые. Но если ионы очень большие, то они плохо притягивают ионы противоположного знака. Кристаллическая решетка ослабляется, и... такие вещества становятся жидкими при обычных условиях. Из чего состоят ионные жидкости, как их получить, для чего использовать? Читайте в статье.

В XX веке человечество совершило большой научный прорыв, результатом которого стало создание огромной химической индустрии. Дальнейшее развитие химии привело к появлению целых классов новых органических и неорганических соединений. Так, во второй половине XX века миру стал известен новый класс веществ – ионные жидкости (ИЖ). Они представляют собой расплавы солей с температурами плавления ниже 100 °C. В частности, соли, плавящиеся при комнатной температуре, называются «RTIL» (Room-Temperature Ionic Liquids).

На рис. 1 изображены хлорид натрия и ионная жидкость 1-бутил-3-метил-имидазолия бис(трифторметилсульфонил)имид при температуре 27 °C. Поскольку эта ИЖ (её формулу вы можете видеть на рис. 2) имеет температуру плавления −80 °C, при комнатной температуре она является жидкостью.

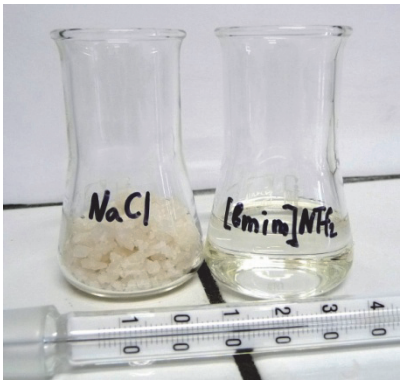


Рис. 1. NaCl и ионная жидкость при 27 °C (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:P1010480-1s.JPG)

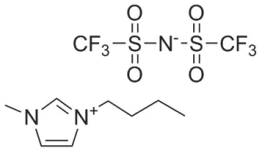


Рис. 2. Формула ИЖ, изображенной на рис. 1

Ионные жидкости целиком состоят из ионных пар, то есть катионов и анионов. Ионы могут быть как органическими, так и неорганическими. Более распространенными являются ионные жидкости с органическими катионами. Наиболее часто встречающиеся катионы и анионы ИЖ изображены на рис. 3.

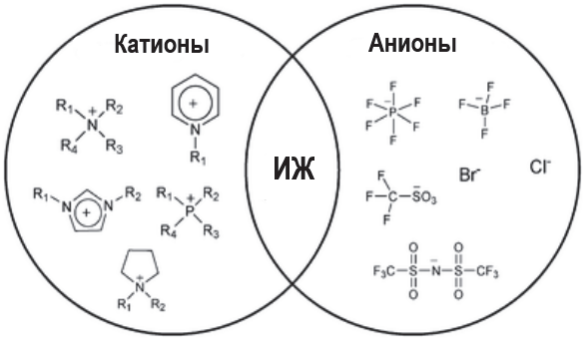


Рис. 3. Наиболее распространенные катионы и анионы ионных жидкостей

Ранее было сказано, что широкую известность ИЖ приобрели в конце XX века, однако сведения об этом классе соединений появились намного раньше. Так, первая публикация, в которой упоминалась ИЖ, вышла в 1888 году. Немецкий ученый С. Габриэль писал о нитрате этаноламмония, который имеет температуру плавления 52 – 55 °С. Затем в 1914 году Пауль Вальден синтезировал нитрат этиламмония $[EtNH_3]^+[NO_3]^-$ – первую ионную жидкость с температурой плавления ниже комнатной (12 °С). В 1940 – 1980 гг. было получено множество самых различных ионных жидкостей. Им предрекали большое будущее – так, например, первые исследования низкотемпературных ионных жидкостей проводились в закрытых учреждениях вооруженных сил США. В 1990-х годах начался настоящий «бум»: ионные жидкости привлекли к себе немалый интерес, и это положило начало систематическому исследованию этого класса соединений. Выяснилось, что потенциально ионных жидкостей невероятно много, ведь число различных комбинаций ионов может достигать 10^{18}, что на восемь порядков больше ныне известных органических веществ.

Как же синтезировать ионную жидкость? Оказывается, это несложно даже в промышленных масштабах. В основном используют три основных метода синтеза:

1. Ионный обмен между галогенпроизводным с нужным нам катионом X^+ и солью серебра и необходимым анионом Y^-:

$$X^+Hal^- + Ag^+Y^- = X^+Y^- + AgHal.$$

2. Реакция N-алкилгалогенида с галогенидом металла:

$$>N^+\text{-}Alk...Hal^- + MeHal_n = >N^+\text{-}Alk...MeHal^-_{n+1}.$$

3. Ионный обмен на ионообменных смолах или глинах.

Чем же так хороши ионные жидкости? Какие преимущества перед другими органическими веществами делают их такими перспективными?

Прежде всего, ионные жидкости остаются собственно жидкими в широком диапазоне температур (от

−90 − 70 °С до 300 − 350 °С) и устойчивы до 200 − 450 °С. Это дает им преимущество перед водой и органическими растворителями, у которых этот диапазон не превышает 100 °С.

Еще один интересный момент − кислотно-основные свойства ионных жидкостей. Некоторые ИЖ обладают кислотными, а порой и суперкислотными свойствами, что делает их уникальными катализаторами. Однако стоит отметить, что существуют и ИЖ, проявляющие основные свойства.

В промышленных процессах оказывается немаловажным такое свойство многих ионных жидкостей, как чрезвычайно низкое давление насыщенных паров. Это очень важно при проведении процессов, происходящих под низким давлением или в вакууме. Во-первых, в таком случае не происходит потерь вещества, как при использовании летучих жидкостей. Во-вторых, за счет низкого давления насыщенного пара в вакуумной системе достигаются низкие давления, что считает пожароопасность и позволяет применять менее сложное оборудование.

Но это не все полезные свойства этих соединений: помимо этого многие ИЖ отличаются негорючестью и высокой ионной проводимостью.

Но, к нашему сожалению, ионные жидкости, как и все известные науке соединения, имеют и свои недостатки. Среди них можно назвать их высокую стоимость, что делает их невыгодными для широкого применения. Во-вторых, ионные жидкости не являются биоразлагаемым материалом. Некоторые ионные жидкости потенциально токсичны, поэтому встает вопрос об их дальнейшей утилизации.

Тем не менее, ионные жидкости уже сейчас незаменимы во многих областях: например, в тонком органическом синтезе, электрохимии и катализе. В частности, кислотные ИЖ на основе хлоридов металлов, являясь сильными кислотами Льюиса, могли бы заменить традиционные катализаторы алкилирования, ацилирования и олигомеризации. К примеру, выяснилось, что ИЖ с анионом $Al_2Cl_7^-$ является хорошим катализатором переработки высокомолекулярных углеводородов и может применяться при гидрокрекинге тяжелых нефтяных остатков.

Как было сказано ранее, не обходятся без ионных жидкостей и в электрохимии. Некоторые ИЖ нашли применение в электроосаждении металлов. Так, например, возможно осаждение металлов из ионных жидкостей, содержащих этот металл в составе катиона. Иногда для получения металлического покрытия используют галогениды металлов, растворенные в ионной жидкости. С их помощью ИЖ уже получилось получить покрытия из ниобия, вольфрама, тантала, рения и других металлов. Ионные жидкости пытаются использовать как электролиты в литиевых перезаряжаемых батареях и элементах солнечных батарей. Были созданы гибкие батарейки с нанесенной на бумагу ионной жидкостью (рис. 4).

Рис. 4. Гибкие батарейки с нанесенной на бумагу ионной жидкостью

[1] Кустов Л.М. Ионные жидкости − прорыв в новое измерение? // Химия и жизнь. XXI век. − 2007. − № 11. − С. 36-41.

Ионные жидкости пытаются использовать в качестве теплоносителей, растворителей для переработки твердых отходов (в том числе и для переработки ядерных отходов), для экстракции и концентрирования различных веществ, как светочувствительные материалы, пластификаторы полимеров, антимикробные агенты, растворители для получения наночастиц различных соединений и для многих других задач.

Таким образом, ионные жидкости являют собой достаточно перспективный класс соединений. Они имеют как большое число преимуществ, так и свои недостатки. Как бы то ни было, ИЖ нашли применение во множестве отраслей, а в некоторых стали и вовсе незаменимыми. Широкое разнообразие катионов и анионов ИЖ позволяет оптимизировать физико-химические свойства жидкости для конкретных задач, чем активно пользуются сегодняшние химики. Маловероятно, что в ближайшее время ИЖ будут применяться в промышленных масштабах ввиду их стоимости, однако они уже нашли применение в малотоннажной химии. Сейчас ионным жидкостям рисуют большие перспективы. Оправдают ли ИЖ надежды ученых – покажет будущее.

Калейдоскоп Калейдоскоп Калейдоскоп

Как сделать открытие на Солнце?

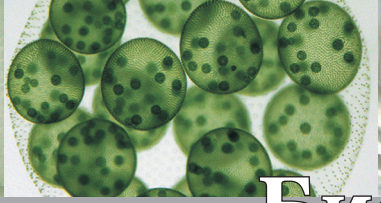
Элемент гелий был впервые открыт... на Солнце! В 1868 году во время солнечного затмения два астронома – француз Ж. Жансен и англичанин Н. Локиер, исследуя с помощью спектроскопа оранжево–красные языки пламени, вырывавшиеся с поверхности солнца, увидели, кроме трех знакомых линий водорода, новую – ярко-желтую. Эта линия появилась в спектре солнца в результате электронного перехода в атоме неизвестного до той поры элемента. Открытый элемент Локиер предложил назвать именем Солнца – гелием. Только через 27 лет У. Рамзаю удалось обнаружить этот элемент в земных условиях.

Элементы, нарушающие периодичность

Лантан и его «команда» явились серьезной проблемой при составлении периодической системы. Такое большое количество элементов с похожими свойствами «не вписывалось» в строгую последовательность. Путаницу увеличивали еще и ложные открытия. В списке ошибочно открытых элементов – почти пятьдесят лжелантаноидов. Только в начале XX века пражский профессор Браунер предложил вынести лантаноиды за пределы основной части таблицы. А объяснение существования такого блока элементов было получено лишь с развитием представлений об электронном строении атомов.

Радиоактивные атомы

В настоящее время известно более 2500 радионуклидов, полученных искусственно, за счет осуществления ядерных реакций. Иногда считают, что в природе имеются радиоактивные нуклиды только тяжелых элементов. На самом деле это не так. В окружающей нас среде всегда в очень малых количествах имеются природные радиоактивные атомы трития ^{3}H и углерода-14, которые постоянно образуются под действием космических лучей. Природные радиоактивные атомы постоянно присутствуют в наших организмах, в основном калий-40 и углерод-14.



Пимонов Владимир Витальевич
Докторант группы «Наноматериалы» лаборатории Шарль Кулон Национального Научного Исследовательского Центра. Лауреат конкурса научно-популярных статей «Просто о сложном» XII Интернет-олимпиады «Нанотехнологии – прорыв в будущее!»

Большие исследования маленького космоса

Как современные ученые изучают вирусы? Для чего это делается, каких успехов они добились? О новых подходах в этой области автор расскажет «из первых рук».

Область моих исследований находится на стыке физики и биологии. Моя работа основывается на теории и практике, хотя я в большей степени физик-теоретик. Физики-теоретики занимаются тем, что придумывают модели, описывающие различные явления, и решают задачи касательно них. Некто, например, работает в области исследований космоса. Я, в свою очередь, занимаюсь исследованием вирусов.

Галактики, состоящие из тысяч звёзд, имеют протяженность в сотни световых лет, а вирусы, состоящие из тысяч атомов, являются самыми маленькими и беспощадными биологическими объектами в мире. Они способны заражать людей, животных, растения и даже бактерий. Несмотря на такой большой разрыв в размерах исследуемых объектов, у меня с физиками космоса есть кое-что общее. Мы вместе любим смотреть в ночное небо. А я ещё и фотографировать его иногда.

В 2017 году меня командировали на конференцию в Туапсе, где я смог поснимать небо на большой выдержке. Ниже представлен один из снимков (рис. 1).

Рис. 1. Снимок ночного неба над п. Южный в Краснодарском крае

Весьма примечательно, что мне удалось поймать в кадр туманность Андромеды (выделена фиолетовым овалом). И если бы я смог снимать на фотокамеру не с простым объективом, а через телескоп, этот снимок мог бы выглядеть примерно так (рис. 2).

Рис. 2. Туманность Андромеды

Гигантская галактика с десятками тысяч, а может миллионов звёзд, вокруг которых вращаются десятки планет. Белки, составляющие оболочки вирусов, состоят из десятков тысяч атомов, ядра которых окружены десятками электронов.

На рис. 3 изображена атомарная структура двух белков, входящих в оболочку вируса Зика. Не так давно он наделал много шума в мире. Несколько лет назад Всемирная Организация Здравоохранения признала вспышку лихорадки Зика, начавшуюся в 2015 году в Южной Америке, чрезвычайным бедствием мирового масштаба. Спешу вас успокоить: в России не существует природных резервуаров этого вируса, заболевание не является смертельным, а также многочисленные исследования не нашли подтверждения того, что перенесенное заболевание может вызвать патологии в будущем.

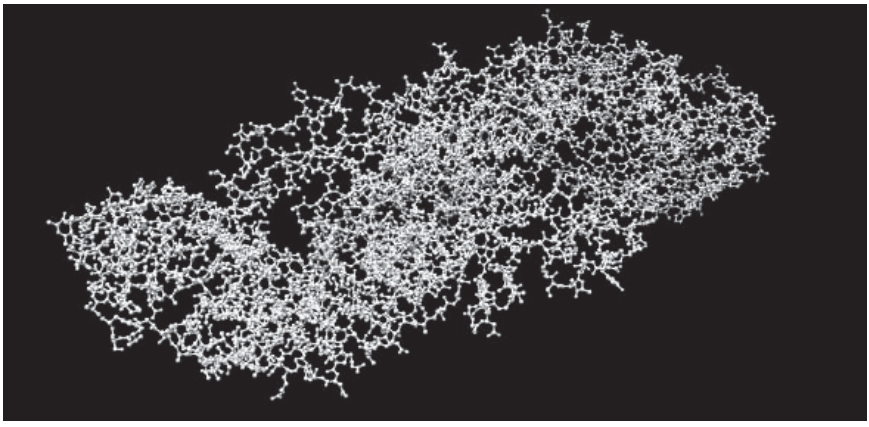


Рис. 3. Пара протеиновых молекул, составляющих оболочку вируса Зика.

А на рис. 4 приведена целая оболочка вируса Зика, изображение которой взято из протеинового банка данных. Она состоит из 180 белковых молекул. Первой особенностью вирусов, отличающей их от галактик в космосе, является строго упорядоченное расположение белков в оболочках.

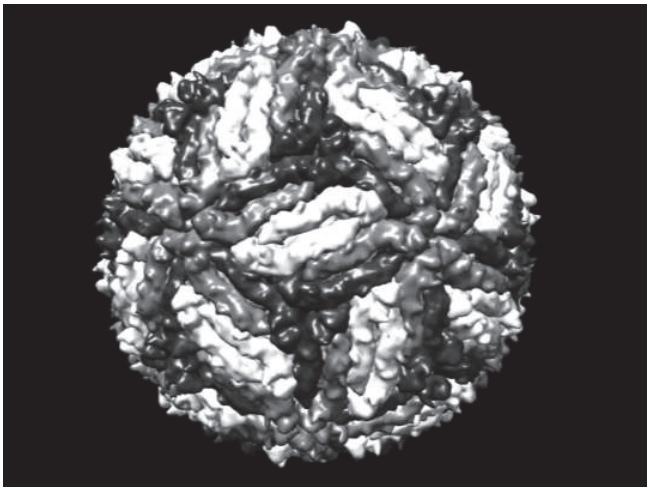


Рис. 4. Оболочка вируса Зика

Второй их отличительной чертой является способность к самосборке. То есть отдельные белки в растворе самостоятельно, без чьей-либо помощи, могут собраться в целую оболочку вируса.

Для отдельных атомов и молекул самосборка не является чем-то необычным. И известна под именем кристаллизации, то есть процесса, при котором атомы формируют регулярную симметричную кристаллическую структуру. Самосборка вирусных оболочек была открыта чуть больше полувека назад.

Вирусы являются самыми крупными природными объектами, способными к самосборке, и одновременно одними из самых маленьких биологических объектов. Будь самосборка возможна в более крупных масштабах, это выглядело бы примерно так: мы засыпаем паззлы в коробку, трясем её, открываем. И не получаем никакого удовольствия от процесса сборки, потому что мозаика была бы уже собрана.

Собственно, самосборка в упорядоченные структуры роднит вирусы с кристаллами. И если дорога в ад вымощена благими намерениями, то дорога между физикой и биологией вымощена вирусами.

Впервые идея о том, что вирусы можно рассматривать как кристаллические структуры, была высказана двумя американскими учёными в 1962 году. Дональд Каспар и Аарон Клуг предложили геометрическую модель строения вирусных оболочек. Оболочка, согласно этой теории, могла быть представлена путём расположения белков в шестиугольной решетке особым образом, как показано на рис. 5, последующим вырезанием из этой решетки развёртки икосаэдра и её склейки. Икосаэдр – это правильный многогранник, состоящий из двадцати одинаковых равносторонних треугольников.

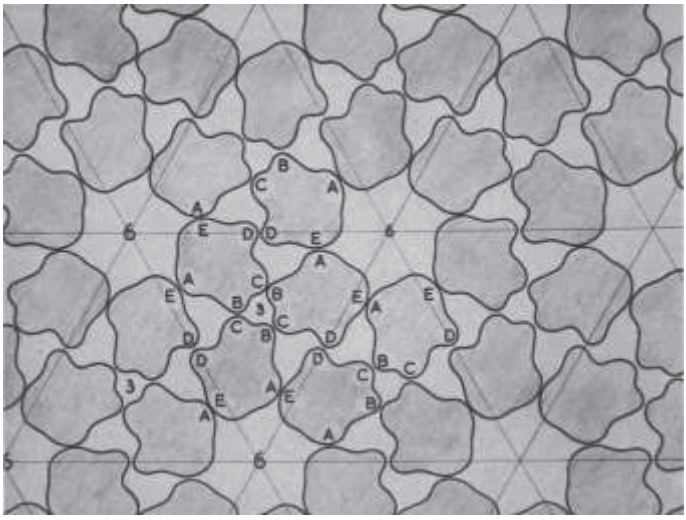


*Рис. 5. Изображение гексагональной решетки, задекорированной протеинами, описанное в пионерской работе Каспара и Клуга (**DOI:** 10.1101/SQB.1962.027.001.005)*

Долгое время этот подход был единственным. Однако развитие технической базы позволило обнаружить такие вирусы, оболочки которых не укладываются в рамки классической теории. Для описания расположения белков в оболочках таких вирусов наша исследователь-

ская группа придумала использовать мозаики. Правда, не такие мозаики, как любимые детьми паззлы, а такие, которые встречаются в кристаллических структурах, называемых квазикристаллами (рис. 6). Приставка «квази» происходит от латинского слова, означающего «подобие».

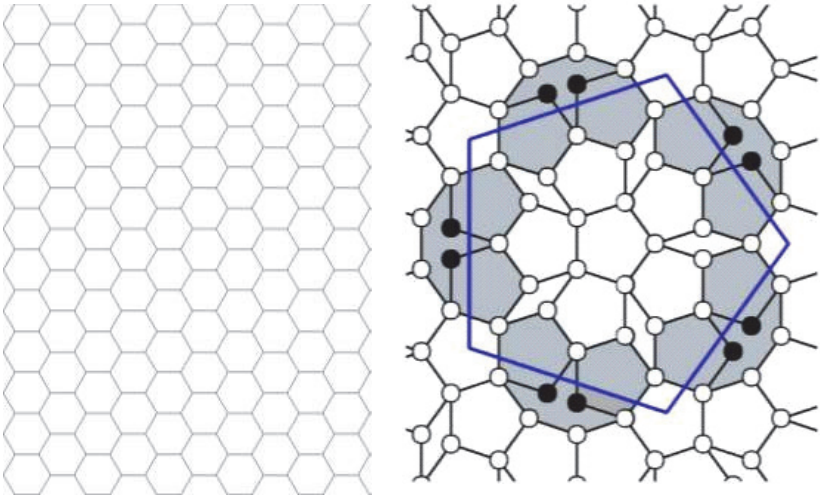


*Рис. 6. Кристаллическая (слева) и квазикристаллическая (справа) мозаики (**DOI:**10.1103/PhysRevLett.108.038102)*

В отличие от первопроходцев, мы предложили сразу располагать эти мозаики на поверхности моделируемых нами вирусных оболочек. И вот здесь возникли различия в двух использованных подходах. Если мы брали шестиугольную мозаику, вирусная оболочка, как и в классической теории, могла быть описана икосаэдром. Во втором же случае данные структуры имели форму додекаэдра. В свою очередь, додекаэдр также является правильным многогранником, однако, в отличие от икосаэдра, он состоит из 12 равносторонних пятиугольников. С точки зрения кристаллофизики, икосаэдр и додекаэдр идентичны друг другу. Оба этих многогранника обладают одинаковой симметрией. Но фактически у нас в руках оказались два метода описания структур вирусных оболочек. И возник вопрос: а какой подход лучше? Моей задачей было найти способ ответить на этот вопрос.

На протяжении последних ста лет самым общеупотребительным способом проверить теорию является сравнение её с экспериментом. Именно этим я и занялся. Но для сравнения с экспериментом мне нужны были очень подробные фотографии вирусных оболочек. Буквально, мне нужны были снимки вирусов с атомарным разрешением.

Для получения таких кадров нам нужно удерживать объект неподвижным перед камерой. Это очень сложная задача. В случае со съемкой неба из-за движения Земли при длительной выдержке мы рискуем получить смазанное изображение. Но если отказаться от выдержки, то вместо снимка мы получим чёрный кадр. В случае с детализированной съемкой вирусов учёные сталкиваются с подобными же проблемами.

Однако нашлась команда учёных, предложившая просто заморозить, только не время, как можно подумать, а сами вирусы. Нобелев-

скую премию по химии в 2017 году получила команда Жака Дюбоше, Йоахима Франка и Ричада Хендерсона, развившая методы криоэлектронной микроскопии, позволяющей мгновенно замораживать биологические объекты и в последующем получать их снимки атомарного разрешения.

По этим снимкам удаётся воссоздать структуры биологических объектов, таких как вирусы, с высокой детализацией, которая была нужна, чтобы определить центры масс каждого белка. Центр масс – это такая точка, относительно которой объект находится в равновесии. Его было необходимо найти, чтобы сделать универсальным сравнение моделей с экспериментальными данными, потому что белки, из которых состоит оболочка одного типа вирусов, совершенно не похожи на белки, составляющие оболочки другого типа вирусов, как по составу, так и по форме. При вычислении центра масс мы просто находим точку равновесия белка и проверяем, насколько хорошо она совпадает с положением, предсказанным теорией, и нам совершенно не важна форма белка.

На рис. 7 изображены результаты нашей работы для оболочек вируса Зика. На этих сферах черными линиями обозначены мозаики: слева – кристаллическая, справа – квазикристаллическая. А цветными кругами как раз обозначены экспериментально найденные координаты центров масс белков. При этом каждый цвет обозначает центры масс, положения которых симметрично-эквивалентны друг другу в икосаэдре или додекаэдре. В результате сравнения теоретических данных с экспериментальными я выяснил, что часть вирусов лучше описывается одной теорией, а другая часть – другой.

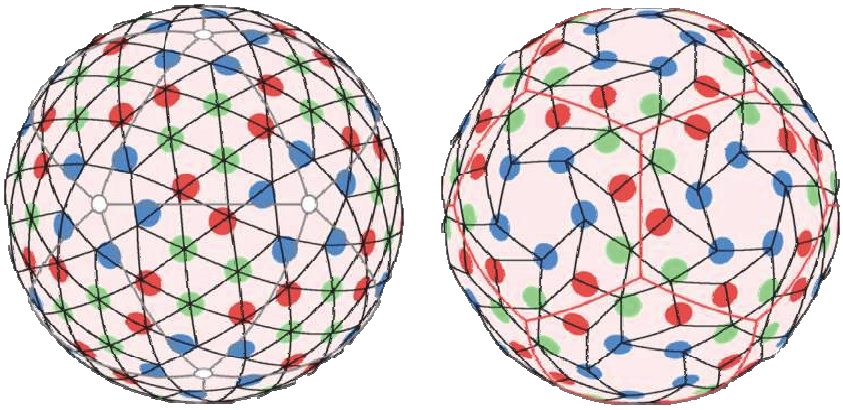


*Рис. 7. Сравнение экспериментально полученных данных о положениях центров масс белковых молекул, входящих в состав оболочки вируса Зика, с моделями кристаллического (слева) и квазикристаллического(справа) упорядочения (**DOI:** 10.1088/1361-648X/aa7211)*

Знание структуры вирусов позволяет лучше понимать процессы, протекающие в вирусах на протяжении их жизни, от самосборки до заражения клетки-хозяина, и оказывать на них влияние.

С одной стороны, структурные исследования вирусов позволяют разрабатывать новые лекарственные препараты, что очень важно на фронте войны с постоянно меняющимся врагом. В качестве примера

могу привести римантадин. Это лекарственное средство, которым лечат грипп и которое можно без труда достать в аптеке. С ним всё хорошо, кроме того, что оно больше не работает. В 2011 году Центр по контролю и профилактике заболеваний США опубликовал отчёт, в котором, согласно исследованию, устойчивостью к нему обладают 100% известных штаммов вирусов гриппа.

С другой стороны, знание структуры и процессов самосборки вирусов позволяет более осознанно контролировать их. Это важно, потому что вирусные наночастицы уже сегодня используются для генной терапии, которая позволяет лечить заболевания, до недавнего времени считавшиеся неизлечимыми.

Результатом моей работы и работы всей нашей команды стала не просто разработка и проверка двух теорий упорядочения белков в оболочках вирусов. Мы первыми в мире попробовали сравнить теоретические представления о структурах вирусов с экспериментальными данными. Созданный нами подход универсален. С его помощью можно не только сравнивать структуры новых вирусов с существующими теориями, но также сравнивать новые предлагаемые теории с экспериментом и даже сравнивать степень различия моделей.

Калейдоскоп Калейдоскоп Калейдоскоп

Почему пресная вода режет глаза?

Наверное, вы замечали, что пресная вода, попав в глаза, может вызвать чувство рези и покраснение. А вода морская (если море не очень соленое) для глаз комфортна. Дело в том, что для глаза очень важна концентрация ионов в жидкости, его омывающей (слезе). Уменьшение концентрации ионов приводит к тому, что лопаются капилляры, и глаз краснеет.

То же самое происходит, если необходимо внутривенное вливание жидкости. Если человеку сделать укол чистой водой, то последствия могут быть печальными – нарушится проницаемость сосудов и капилляров. А раствор простой поваренной соли в концентрации 0,9 % – т. н. физиологический раствор – вливают внутривенно, если человек потерял много крови. И в глазных каплях всегда выдерживается общее количество растворенных ионов, соответствующее физиологическому.

Что общего между сметаной и квашеной капустой?

При скисании молока и сквашивании капусты происходит один и тот же химический процесс – молочнокислое брожение глюкозы. А кислый вкус как молочнокислым продуктам, так и квашеной капусте придает молочная кислота.

Чему равен pH чистой воды?

Оказывается, pH чистой дождевой воды не равен 7. Среда у дождевой воды слабокислотная pH = 5,5 – 6 за счет растворенного в ней углекислого газа. Дождь считается кислотным, если его pH меньше 5.

Среда природной минеральной воды может быть как слабокислой, так и слабощелочной, в зависимости от того, какие в ней растворены вещества.

Среда таких физиологических жидкостей человека, как слюна (pH = 6,9) и слеза (pH = 7) близка к нейтральной, кровь имеет слабощелочную среду (pH = 7,4), а желудочный сок – сильнокислую (pH = 1,7)

Петров Петр Николаевич
Кандидат биологических наук, старший научный сотрудник биологического факультета МГУ, старший преподаватель СУНЦ МГУ, учитель биологии школы № 1543. Энтомолог.

Основы современной филогенетической систематики: почему амёба не животное

Научные представления не остаются незыблемыми. Они уточняются и изменяются. Новые прорывы в науке не сразу попадают в школьные учебники, и это правильно: открытие должно пройти проверку временем, вписаться в научную парадигму. Однако бывают ситуации, когда устаревшие представления, «узаконенные» в учебниках, вредят правильному пониманию. Назревает необходимость отказаться от них в пользу нового...

Ничто в биологии не имеет смысла, кроме как в свете эволюции.

Ф.Г. Добржанский

Ариаднина нить ботаники есть система, без нее наука о растениях – хаос.

К. Линней

В отечественных школьных учебниках, в том числе входящих в федеральный перечень рекомендованных к использованию, по-прежнему применяется (и подается как единственно правильная) система живой природы, которую в серьезной научной литературе никто не применяет (рис. 1).

Наука не стоит на месте, и школьные учебники неизбежно отставали и будут отставать от ее последнего слова. Но время от времени это отставание в той или иной области оказывается слишком вопиющим, чтобы его игнорировать, и тогда специалисты должны заявлять о необходимости исправить ситуацию. Мне представляется, что такой момент давно наступил в области современной систематики, и я призываю всех, от кого это зависит, отказаться от устаревшей системы и перейти на новую, которая сложнее старой, но намного лучше отражает эволюцию, вне света которой биологические знания обречены

оставаться бессмысленным набором сведений. Современные биологи-систематики стремятся к тому, чтобы используемая ими система отражала степени эволюционного родства классифицируемых групп.

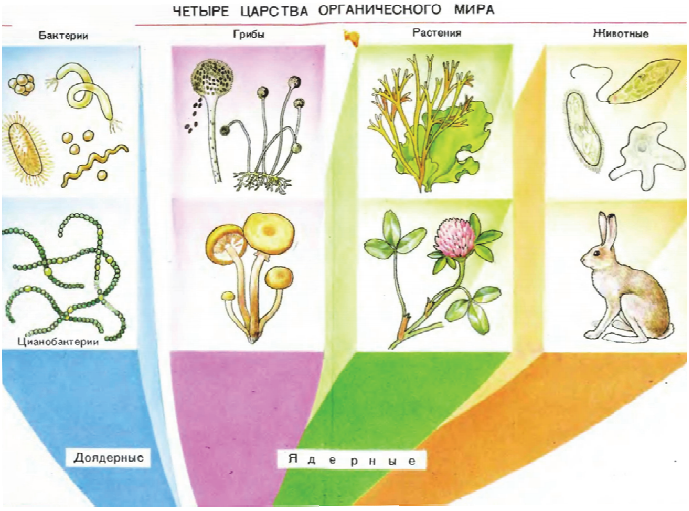


Рис. 1. Стандартная, знакомая многим из нас с детства картинка из школьного учебника, отражающая систему, которой по-прежнему учат на уроках биологии в российских школах, хотя она давно устарела – и не потому, что кому-то просто захотелось перейти на другую систему, а потому, что полученные еще в прошлом веке данные и давно восторжествовавший в систематике эволюционный подход заставили биологов пересмотреть свои взгляды

Люди с древнейших времен както классифицировали живые организмы (пещерный человек, рисовавший мамонтов и лошадей на стене пещеры, явно умел отличать мамонта от лошади), а фундаментальные труды таких ученых, как Аристотель (IV век до н. э.), Улиссе Альдрованди (XVI век н. э.) и особенно Карл Линней (XVIII век н. э.), позволили упорядочить накопленные наукой знания о разнообразии живой природы. Но до возникновения эволюционной биологии, основы которой заложили в середине XIX века Чарльз Роберт Дарвин и Альфред Расселл Уоллес, любая система живых организмов оставалась, по сути, условной. Большинство естествоиспытателей были убеждены в неизменности видов и не признавали родства между видами, а поэтому и системы, применявшиеся в те времена, призваны были отражать не родство, а лишь некое фундаментальное сходство систематизируемых видов.

Появление представлений об эволюции всего живого и открытие ее механизмов указало биологической систематике ее подлинный смысл: стало ясно, что такие понятия, как «род» или «семейство», не должны быть только метафорами, а должны отражать реальное родство и принадлежность живых организмов к реальным эволюционным семьям.

Тем не менее, потребовалось еще около сотни лет, чтобы нашелся исследователь, который предложил набор строгих правил того, как именно система природы должна отражать родство живых организмов. Этим исследователем был немецкий энтомолог Вилли Хенниг,

заложивший основы так называемой филогенетической систематики, то есть систематики, адекватно отражающей филогенез (ход эволюционного развития систематических групп). Хенниговский подход часто называют кладизмом или кладистикой (от термина «клада», означающего ветвь филогенетического древа), но сам Хенниг предпочитал называть его именно филогенетической систематикой, и у нас, по-моему, нет оснований не брать с него в этом пример.

Хенниг ввел в употребление целый ряд ключевых терминов и понятий систематики, но самыми важными из них необходимо признать термин «монофилия» и понятие монофилетической группы. Хенниг призвал систематиков стремиться к тому, чтобы выделять по возможности только такие группы, которые представляли бы собой отдельные ветви (клады) филогенетического древа, то есть всегда включали бы некий предполагаемый предковый вид и всех без исключения его потомков (как современных, если они есть, так и вымерших).

Этот принцип на первый взгляд может показаться лишь одним из возможных подходов к систематизации наших знаний о разнообразии живых организмов в свете того, что нам удается выяснять об их происхождении и родстве. Но адекватно отразить в системе степени родства видов позволяет лишь этот подход. Ведь если объединять в одну группу не всех представителей одной клады, а лишь некоторых, или если объединять в одну группу отдельных представителей разных клад, получится, что мы называем близкими родственниками далеких, отказывая кому-то из действительно близких родственников в этом звании.

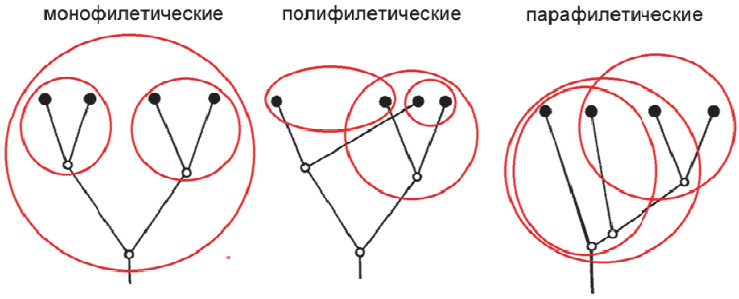


Рис. 2. Примеры монофилетических, полифилетических и парафилетических систематических групп (таксонов), показанные на реконструированных филогенетических деревьях, которые отражают происхождение объединяемых в эти группы видов. Только монофилетические группы объединяют достаточно близкородственные виды вместе, не пренебрегая ни одним из них и не включая в группу никого из более далеких родственников. Число монофилетических групп, которые можно выделить на любом филогенетическом древе, не больше числа разветвлений этого древа, и на основе одного и того же древа разные систематики будут выделять одни и те же группы (даже если им придется договариваться о названиях таких групп). Современные систематики вслед за Хеннигом обычно стремятся выделять по возможности только монофилетические группы. По Хеннигу (с изменениями)

Выделение парафилетической группы (включающей представителей одной клады, но не всех) можно уподобить утверждению: «Мы с мо-

им дедушкой, папой, мамой, тетей, дядей и двоюродным братом – одна семья, но мой родной брат в нашу семью не входит». А выделение полифилетической группы (объединяющей отдельных представителей разных клад) можно уподобить утверждению: «Мы с моими друзьями – одна семья, а наших родителей и далеких общих предков мы своей семьей не считаем». Разумеется, это нелогично (если мы хотим, чтобы наша система адекватно отражала степени родства), а хенниговский подход здесь оказывается единственно логичным (рис. 2).

Но каким бы логичным ни был этот подход, он сразу столкнулся с одной важной практической трудностью. Как реконструировать филогенетические деревья? Со времен Дарвина основным инструментом подобных реконструкций было сравнение морфологических признаков современных и, если они известны, ископаемых организмов той или иной группы. Но такие сравнения часто допускают альтернативные трактовки, тем более что палеонтологическая летопись, как известно, неполна. Унаследован ли некоторый общий признак двух разных видов от их последнего общего предка, или возник у них независимо? Появился ли он впервые у этого предкового вида, или был унаследован им, в свою очередь, от его далекого предка, от которого он мог достаться не только этому, а и другим видам, но у их потомков впоследствии утратиться? Был ли тот последний общий предок предком лишь данных двух видов, или от него произошли и какие-то другие виды, возможно утратившие часть его характерных признаков? На подобные вопросы было трудно, а часто и невозможно найти ответ.

Но Джеймс Уотсон и Фрэнсис Крик открыли структуру ДНК примерно в те же годы, когда Хенниг начал разрабатывать основы филогенетической систематики, и выросшая из их открытия молекулярная генетика дала систематикам мощнейшее орудие, позволяющее однозначно отвечать на многие вопросы, ранее казавшиеся неразрешимыми. Сравнение не только отдельных генов, но и полных геномов, с детальным анализом накопившихся у разных видов различий, позволяет строить более надежные филогенетические деревья, чем было возможно ранее, когда в руках исследователей не было ничего, кроме морфологии. Более того, объединение молекулярно-генетических данных с морфологическими, с использованием достижений палеонтологии и биологии развития, приводит к тому, что сейчас перед нами вырисовываются самые точные и самые надежные филогенетические деревья, которые когда-либо имелись в распоряжении систематиков. Все это сделало хенниговский метод востребованным как никогда.

Применяется он и в разделении всей живой природы (органического мира) на большие группы, такие как надцарства, домены и царства. Но прежде чем ответить на вопрос о том, на какие большие группы современные систематики разделяют всё живое, давайте кратко рассмотрим историю этого вопроса.

С античных времен естествоиспытатели делили живые организмы на животных и растения. Этому принципу следовал и Линней, описавший два царства живой природы: животных и растения. Правда уже во времена Линнея эта система вызывала вопросы. Куда было относить открытых в XVII веке Антони ван Левенгуком «животинок» (animalculi), то есть одноклеточных? Казалось уместным отнести тех из них, кто отличается подвижностью, к животным, а остальных – к растениям, наряду с грибами

(среди которых тоже есть одноклеточные). Но границу между подвижными и неподвижными организмами порой трудно провести.

Эрнст Геккель в XIX веке предложил выделять не два, а четыре царства: животных, растения, грибы и протистов (к последним он отнес всех одноклеточных, как подвижных, так и неподвижных). Эта система не получила широкого признания, а кроме того, ко второй половине XX века стало ясно, что бактерии принципиально отличаются от тех одноклеточных организмов, в клетках которых есть ядра. Поэтому американский биолог Роберт Уиттекер предлагал выделять бактерий в отдельное царство – так называемых дробянок (Monera), а к протистам относить лишь ядерных (эукариотических) одноклеточных.

В семидесятых годах XX века другой американский исследователь, Карл Вёзе, одним из первых сравнивая родственные гены представителей многих групп живых организмов, установил, что к бактериям относят множество одноклеточных, состоящих с остальными бактериями лишь в очень далеком родстве. Так была выделена группа архебактерий (в противоположность эубактериям, то есть настоящим бактериям), которых теперь называют археями, противопоставляя их собственно бактериям.

В современной научной литературе принято признавать все три большие группы, которые выделил Вёзе (то есть эукариот, бактерий и архей), обычно называя их доменами (а не царствами), а среди эукариот в ранге царств выделять животных, растения и грибы, а также поразному разделяемую на царства или клады явно парафилетическую группу протисты (рис. 3).

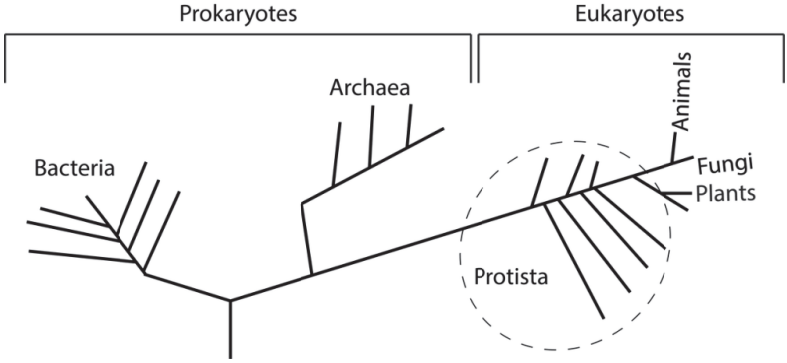


Рис. 3. Упрощенная схема происхождения основных признаваемых в наши дни больших групп живых организмов (по Карлу Вёзе, с изменениями): бактерий (Bacteria) и архей (Archaea), условно относимых к парафилетической группе прокариоты (prokaryotes), и эукариот (eukaryotes): животных (animals), растений (plants) и грибов (fungi), а также протистов (Protista) – большой условной группы, разделяемой на ряд подгрупп, за которыми, возможно, рано или поздно закрепится ранг царств. Амебы, инфузории и многие другие эукариоты, по традиции называемые в наших школьных учебниках «простейшими» животными, больше не считаются животными, потому что подавляющее большинство из них – не такие близкие родственники животных, как грибы, а некоторые – даже не такие близкие, как растения. Названия в этой схеме частично английские, частично латинские[1]

[1]Автор – Sarah Greenwood, файл в свободном доступе (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Simple_Phylogenetic_Tree_of_LIfe.png)

При этом к животным сейчас относят только многоклеточных (не способных самостоятельно синтезировать органику из неорганики и за редкими исключениями подвижных), к растениям – обычно только зеленые растения (то есть зеленые водоросли и наземные растения), но иногда также красные водоросли и глаукофиты (реликтовые одноклеточные водоросли), а к грибам – почти все группы, которые относили к ним традиционно, за исключением миксомицетов и оомицетов. Что же касается остальных эукариот, к которым относятся многие не столь близкие к настоящим растениям водоросли, бывшие «простейшие животные», миксомицеты и оомицеты, всех их часто называют протистами и активно работают над созданием их окончательной системы. Но текущая система протистов то и дело претерпевает изменения, и вводить ее в школьные учебники, по-видимому, еще рано.

На каком основании биологам понадобилось исключать подвижных одноклеточных из животных, все водоросли, кроме зеленых (и, может быть, красных и глаукофитовых), из растений, а миксомицетов и оомицетов из грибов? На том, что в противном случае ни одна из этих трех давно признанных групп не окажется монофилетической.

Грибы – более близкие родственники животных, чем амебы или инфузории (и вообще все одноклеточные, за исключением лишь нескольких сравнительно небольших групп, в частности воротничковых жгутиконосцев, или хоанофлагеллят), поэтому если амеба – животное, то и бледная поганка должна быть животным, хотя мы никогда ее животным не считали и, по-видимому, считать не будем. Среди водорослей тоже есть немало довольно далеких родственников привычных нам наземных растений, в том числе более далеких, чем даже грибы и животные. И ни оомицеты, ни миксомицеты не приходятся близкими родственниками настоящим грибам.

Таким образом, принятая в современной научной литературе система (бактерии, археи и эукариоты, среди которых выделяют животных, растения и грибы, а также временно и условно объединяемых в одну парафилетическую группу протистов), намного лучше отражает эволюцию живой природы, чем привычная школьникам система из четырех царств (бактерий, животных, растений и грибов).

Откуда же взялась та система, которая уже не один десяток лет повсеместно используется в отечественных школьных учебниках? По-видимому, это какой-то неловкий компромисс между системой Линнея и системой Уиттекера. Неловкий потому, что, кроме школьных учебни ков и научно-популярной литературы попроще, эта система нигде не применяется и, судя по всему, почти никогда не применялась.

Даже система Геккеля была ближе к взглядам современных систематиков, чем нынешняя школьная. Поэтому мне представляется, что от последней давно пора отказаться как в школьных учебниках, так и в заданиях ЕГЭ Тем более, что, заглядывая, например, в Википедию, особенно английскую, нынешние школьники находят там именно современную систему, а не систему из учебника. Это создает ненужную путаницу и, кроме того, подрывает доверие к учебнику. При этом к ЕГЭ школьники могут готовиться не только по учебнику. Но доступные им дополнительные материалы из неплохих источников, имеющихся в Интернете, могут стоить им на ЕГЭ баллов, которые им убавят за «неправильные» представления о системе живой природы.

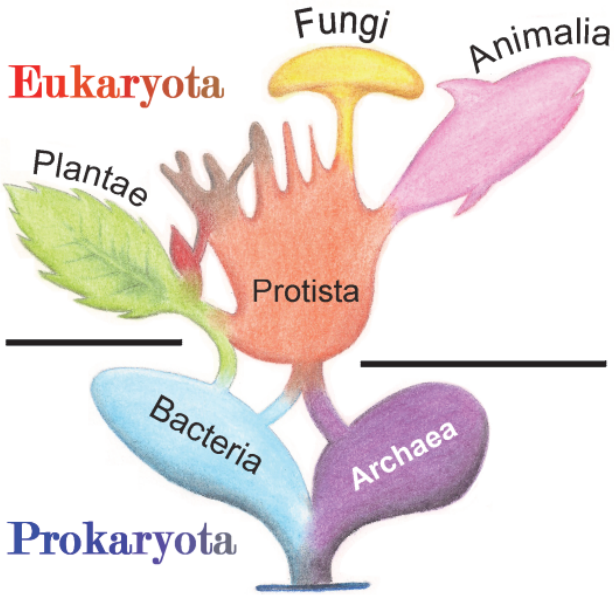


Рис. 4. Современная система живой природы, отраженная на упрощенном филогенетическом древе всего живого: прокариоты (Prokaryota) и эукариоты (Eukaryota) как уровни организации и выделяемые в пределах первых бактерии (Bacteria) и археи (Archaea), а в пределах вторых – протисты (Protista), растения (Plantae), животные (Animalia) и грибы (Fungi). Слияние веточек, идущих от бактерий и архей, с образованием протистов символизирует заселение клеток предка всех эукариот бактериями, от которых произошли митохондрии (одно из важнейших событий в истории жизни на Земле, без которого здесь не было бы нас, эукариот). А слияние еще одной (зеленоватой) веточки, идущей от бактерий, с одной из веточек протистов символизирует поглощение цианобактерий, от которых произошли хлоропласты и другие пластиды, предками водорослей и растений[2]

От принятой во многих источниках системы трудно отказаться в одночасье, поэтому для начала давайте хотя бы внедрим в некоторые учебники представление об альтернативной, более современной системе (рис. 4) и не будем требовать от школьников, чтобы они непременно использовали систему, которую давно пора сдать в архив.

Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор

Из введения к студенческому диплому: «...Недра Ростовской области богаты залежами полезных ископаемых: угля, нефти, строительных глин, кабелей различного назначения...»

Вопрос в контрольной работе: горючие полезные ископаемые.
Ответ: дрова.

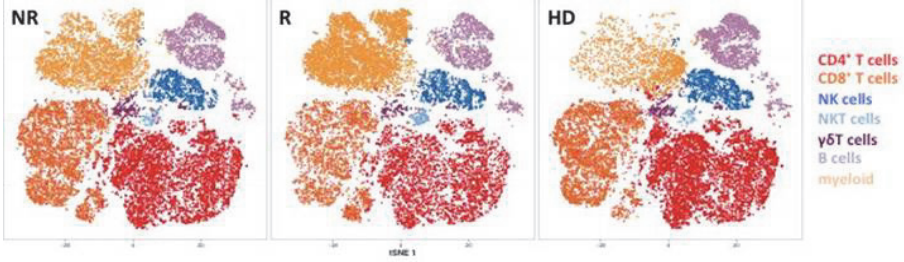
[2] Авторы – Mauricio Lucioni Maristany и Doridí2, файл в свободном доступе (https://en.wikipedia.org/wiki/File:Tree_of_Living_Organisms_2.png)

Дубодел Елисавета Сергеевна
Выпускница 11 химического класса СУНЦ МГУ. Победитель конференций «Интеллектуальное возрождение» и «Колмогоровские чтения».

Инстаграм для иммунной клетки

Инстаграм – многомиллионная социальная сеть, о которой мало кто не слышал. Но, возможно, в ближайшее время количество ее пользователей заметно возрастёт, так как Инстаграм будет не только у вас, но и у вашей иммунной системы...

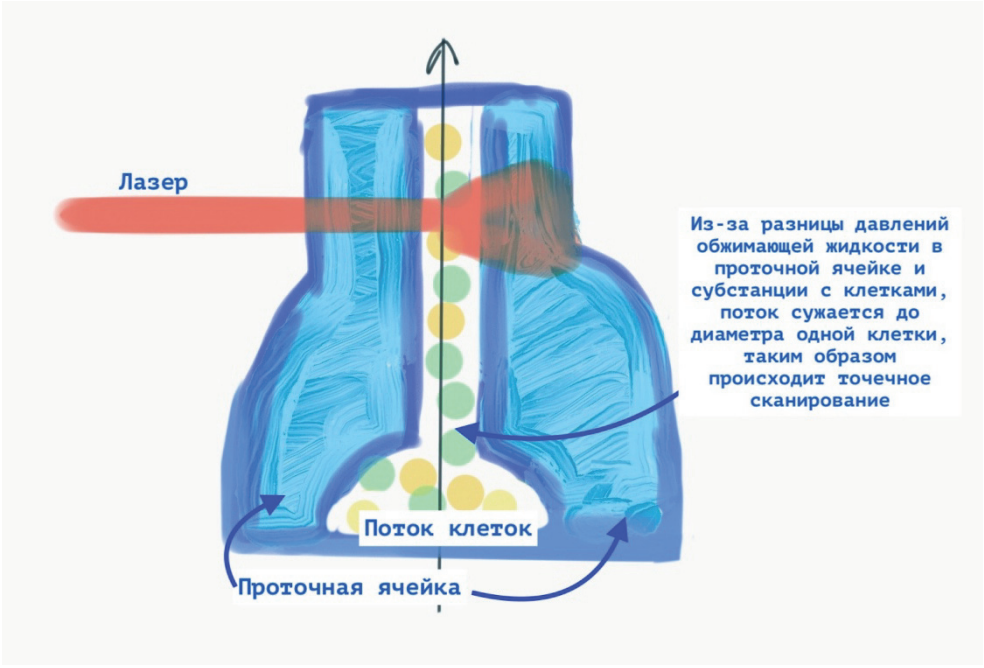
На первый взгляд кажется, что науки здесь немного, но погодите делать поспешные выводы. Занимается этим Центр по изучению рака в Холлинсе (Hollings Cancer Center, сокращённо – HCC), а конкретно – доктор наук Карстен Криг (Carsten Krieg). Каждый день он подходит к аппарату массовой цитометрии под названием «Гелиос». Эта машина может нагревать поверхность плазмы до 6000 градусов Цельсия, что сравнимо с температурой на поверхности Солнца.Именно эта способность масс-цитометра и позволила Крейгу запустить интересный проект. Он создаёт своего рода аккаунт иммунной системы человека в Инстаграм. Правда, как такового аккаунта пока нет, и детали его появления не раскрываются. Но самое главное есть – фотографии!



Двухмерная карта миллионов иммунных клеток – фотография в Инстаграм[1]

[1] https://s3.amazonaws.com/zapnito/uploads/50a9c067e90b891f543bfc188f6b0d0d/Fig_2.jpg

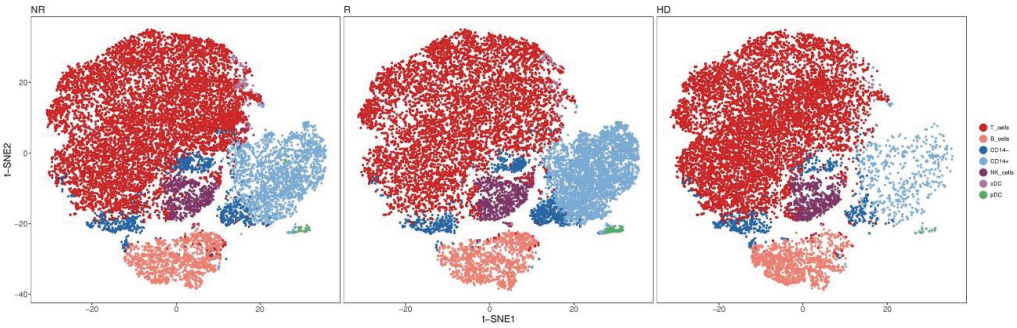
Но чтобы понять принцип получения хорошей фотографии, которую было бы не стыдно загрузить в социальную сеть, надо понять основу принципа масс-цитометрии. Сам Карстен Криг говорит: «Эта технология позволяет делать фотографии вашей иммунной системы с очень высокой чувствительностью. А это, в свою очередь, возможно благодаря комбинации искусственного интеллекта машины и алгоритмов, которые позволяют легко визуализировать сложную систему. Сама схема не так проста, как кажется на первый взгляд: клетки помечают специальным антителами, сопряжёнными с редкоземельными металлами, которые связаны как с поверхностью, так и с внутриклеточными белками. Обычно во внутренних тканях отсутствуют редкоземельные металлы, поэтому отслеживать этот своеобразный датчик несложно, а сама технология повышает чувствительность».



Принцип работы масс-цитометра. Стрелкой показано направление движения клеток

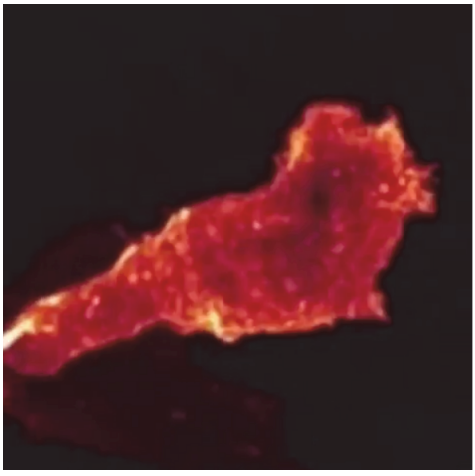
Основная цель цитометрии – анализ каждой клетки в потоке, проходящем с большой скоростью через детектор. В качестве детектора могут выступать лазер, детекторы светорассеяния, детекторы флуоресценции. Информация, считываемая ими, дальше поступает на электронные носители и там обрабатывается. Чтобы точечно проанализировать каждую клетку, используют гидродинамическое фокусирование. Для этого поток клеток подают под давлением в проточную ячейку, где из-за разницы давлений происходит сужение потока до диаметра одной клетки. Таким образом, у нас появляются сведения о каждой клетке или частице, а не усреднённая информация. Учёные используют искусственный интеллект и методы биоинформатики для построения двухмерной карты всех иммунных клеток, на которой результаты

их анализов объединяются, и перед нами предстаёт собственно Инстаграм-фотография миллиона клеток крови. Хоть «фотоаппарат» и достаточно сложный, но фотографии такие красивые!



Ещё одна фотография, демонстрирующая изменения в количестве иммунных клеток (разные типы клеток обозначены разными цветами) в ходе лечения меланомы

Это исследование очень важно, и вот почему. Криг и другие учёные, изучающие рак, надеются расширить область иммунотерапии. И хотя она подавала большие надежды, на большинство пациентов терапия либо не действовала, либо имели место побочные эффекты и ухудшение состояния. Поэтому Криг занялся этой проблемой и попытался вместе с коллегами просчитать и предсказать, как пациенты будут реагировать на лечение. Он решил провести исследование на меланоме, результаты которого были представлены в 2018 году, в февральском номере журнала «Природная Медицина» («Nature Medicine»). Основной целью исследования было узнать, могут ли биомаркёры с большой вероятностью определить, кому лечение принесёт пользу, а кому лучше не тратить на это время. Оказалось, что определённые биометки в крови могут определить, отреагирует на иммунотерапию пациент с метастатической меланомой положительно или отрицательно. Также учёные приблизились к более детальному пониманию того, как работает иммунотерапия. Для больных раком, проходящих экспериментальную иммунотерапию, практическая ценность весьма очевидна, и их приводит в восторг такая возможность следить за реакцией своего организма на лечение. Таким образом, цитометрия в медико-биологических анализах является ключевым методом для обнаружения зараженных меланомой клеток.



Реальная фотография[2] иммунной клетки, выложенная в Инстаграм-аккаунте Калифорнийского университета в Сан-Франциско

[2] https://www.instagram.com/p/BwnhlcahXYY/

Понимание механизма процесса иммунотерапии может ускорить борьбу с раком. В данный момент она представляет собой поэтапное изъятие Т-лимфоцитов из организма больного, модификацию ДНК клетки таким образом, чтобы она распознавала раковые клетки как патогены, внедрение модифицированных Т-лимфоцитов обратно в организм. В идеале, Т-лимфоциты должны отслеживать и убивать раковые клетки, но происходит это не всегда, и исследование Крига позволяет установить, работает ли иммунотерапия для данного пациента или нет. Его исследование непосредственно раскрывает то, как взаимодействуют друг с другом клетки, и учёные смогли одним глазком заглянуть в сеть сложных клеточных хитросплетений, именуемых иммунной системой, используя фотографии как анализируемый материал и цитометрию как метод их получения. Большой вклад оно внесло не только в медицину, но и в биохимию, так как процессы работы иммунной системы стали для учёных немного понятнее. Лечение становится всё более индивидуализированным, а с пониманием механизма болезни вылечиться в самом её начале станет гораздо проще.

Сам же Криг считает эту технологию скачком в лечении рака. Конечно, лекарство от рака он не открыл, но его технология позволяет с высокой вероятностью определить эффективность уже имеющихся терапий, что вносит большую определённость в лечение рака и экономит драгоценное время больных. Оглядываясь всего лишь на пару десятилетий назад, мы видим химиотерапию во главе угла.

Карстен Криг[3]

Забегая вперёд, можно с уверенностью предположить, что исследование выйдет за рамки межклеточных взаимодействий. Биометки помогут учёным определить, как иммунные клетки прореагируют со средой опухоли или воспалённой тканью организма. «У нас есть фотографии из Инстаграма: до и после терапии. Но чем больше их делаешь, тем яснее видишь развитие болезни. Три месяца, полгода, год – для человека это очень много значит. Подход меняется – это уже не Инстаграм, но Фэйсбук, где каждый снимок вашей иммунной системы несёт в себе какой-то фундаментальной смысл», – рассуждает Криг.

Литература

1. Биомолекула. https://biomolecula.ru/articles/12-metodov-v-kartinkakh-protochnaia-tsitofluorimetriia

2. Krieg C., Nowicka M., Guglietta S., Schindler S., Hartmann F.J., Weber L.M., Dummer R., Robinson M.D., Levesque M.P., Becher B. High dimensional analysis of the immune and scape during anti-PD-1 immunotherapy of melanoma predicts responsiveness. *Nat. Med.* doi:10.1038/nm.4466.

[3] https://3c1703fe8d.site.internapcdn.net/newman/csz/news/800/2018/researchercr.jpg

Олимпиады

Ромашов Леонид Владимирович
Куратор 11 класса Московской городской олимпиады школьников по химии.
Кандидат химических наук, научный сотрудник Института органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, преподаватель Высшего химического колледжа РАН и химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, заведующий химическим отделением Школы №192 г. Москвы, тренер сборной России по подготовке к Международной химической олимпиаде.

LXXV Московская олимпиада школьников по химии (11 класс)

Прошла очередная Московская городская олимпиада школьников по химии, и мы традиционно начинаем знакомить наших читателей с ее заданиями и их разбором. Предлагаем вашему вниманию комплект для 11 класса. Он содержит задачи практически по всем разделам химии: органической, неорганической, физической...

Задача 1

Какие объемы 30 %-ного олеума (плотность 1,931 г/мл) и 96 %-ной серной кислоты (плотность 1,835 г/мл) потребуются для приготовления 200 мл 10 %-ного олеума (плотность 1,862 г/мл)? Почему для разбавления нельзя использовать дистиллированную воду? Где применяется олеум в органическом синтезе? В какой форме серный ангидрид присутствует в олеуме? Изобразите структурную формулу одного из возможных соединений.

Решение:

Обозначим массу олеума как m_O, а массу раствора кислоты как m_K. Масса конечного раствора

$$m_{р\text{-}ра} = 200 \text{ мл} \cdot 1{,}862 \text{ г/мл} = 372{,}4 \text{ г},$$

масса серного ангидрида в конечном растворе

$$m_{SO3} = 372{,}4 \text{ г} \cdot 0{,}1 = 37{,}24 \text{ г}.$$

При смешении растворов протекает реакция:

$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4.$$

Составим систему уравнений:

$$\begin{cases} m_O + m_K = 372{,}4 \\ M(SO_3) \cdot \left(\dfrac{0{,}3m_O}{M(SO_3)} - \dfrac{0{,}04m_K}{M(H_2O)} \right) = 37{,}24 \end{cases}$$

Решая данную систему, находим:

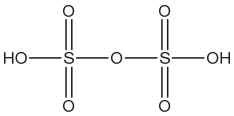
m_O = 216,5 г, отсюда V_O = 216,5 : 1,931 = 112,1 мл (более точные расчеты дают 113,05 мл);

$m_к$ = 155,9 г, отсюда $V_к$ = 155,9 : 1,835 = 84,96 мл.

Воду использовать нельзя, т. к. при смешивании воды с олеумом выделяется слишком много тепла и образуется сернокислотный туман.

Олеум применяется в реакциях сульфирования и нитрования.

Серный ангидрид в олеуме присутствует в виде высших серных кислот (дисерной, трисерной и т. д.). Структурная формула дисерной (пиросерной) кислоты:



Критерии оценивания:

Уравнение реакции – 2 балла.

Расчет объема серной кислоты – 5 баллов.

Расчет объема олеума – 5 баллов.

Объяснение невозможности использования дистиллированной воды – 2 балла.

Любая верная область применения олеума в органическом синтезе – 3 балла.

Структурная формула дисерной (или любой другой высшей серной кислоты) – 3 балла.

Итого 20 баллов.

Задача 2

Вещества **A** – **I** вступают в следующие превращения (коэффициенты и условия не указаны):

$$\mathbf{A} \rightarrow \mathbf{B} + \mathbf{C};$$
$$\mathbf{A} + \mathbf{D} \rightarrow \mathbf{C} + \mathbf{E};$$
$$\mathbf{F} + \mathbf{G} \rightarrow \mathbf{A} + H_2O;$$
$$\mathbf{C} + \mathbf{H} \rightarrow \mathbf{I};$$
$$\mathbf{B} + \mathbf{I} \rightarrow \mathbf{H} + \mathbf{F};$$
$$\mathbf{G} + \mathbf{H} \rightarrow \mathbf{C} + H_2O;$$
$$\mathbf{K} + \mathbf{D} \rightarrow \mathbf{A} + H_2O;$$
$$\mathbf{K} + \mathbf{H} \rightarrow \mathbf{I}.$$

Определите вещества **A** – **K** и приведите их названия, если известно, что вещества **B**, **C** и **H** – простые, а соединения **D** и **G** применяются в пищевой промышленности.

Решение:

Так как соединение **A** распадается на два простых вещества, можно сделать вывод что оно бинарное. Образование воды в некоторых реакциях свидетельствует о том, что среди простых веществ, скорее всего, есть водород. **I** – продукт взаимодействия двух простых веществ, причем простое вещество **B** вытесняет **H** из **I**. Вещества **K** и **I** имеют одинаковый качественный состав, так как **I** может быть получено из **K** под действием **H**. **G**, по всей видимости, является оксидом элемента **C**, следовательно, **H** – водород. Поскольку **B** вытесняет водород из **I**, вероятнее всего, **B** – металл. Распадаться на металл и неметалл могут оксиды, ацетилениды, галогениды и азиды. Варианты с оксидом и галогенидом не подходят, так как согласно реакции

$$\mathbf{G} + \mathbf{H} \rightarrow \mathbf{C} + H_2O,$$

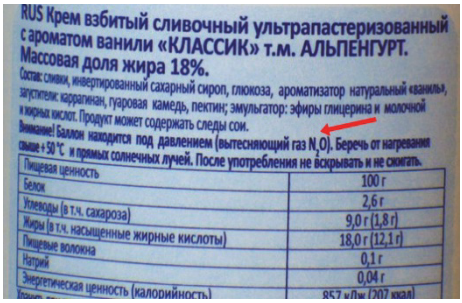
при взаимодействии **G** с водородом образуется свободный неметалл и вода. Таким образом, **C** – это углерод или азот. Поскольку оксиды углерода не восстанавливаются водородом до угля, единственный оставшийся вариант: **C** – азот. Следовательно, **I** – аммиак, а **K** – гидразин. Азиды получаются при реакции гидразина с нитритами. Нитрит, использующийся в пищевой промышленности – нитрит натрия (**D**).

Итак: **A** – азид натрия NaN_3; **B** – натрий Na; **C** – азот N_2; **D** – нитрит натрия $NaNO_2$ – консервант для мясных продуктов; **E** – оксид натрия Na_2O; **F** – амид натрия $NaNH_2$; **G** – оксид азота (I) N_2O – пропеллент для взбитых сливок; **H** – водород H_2; **I** – аммиак NH_3; **K** – гидразин N_2H_4.

Критерии оценивания:

Формулы веществ **A – K** – по 1,5 балла (всего 15 баллов). Названия веществ **A – K** – по 0,5 балла (всего 5 баллов).

Итого 20 баллов.


RUS Крем взбитый сливочный ультрапастеризованный с ароматом ванили «КЛАССИК» т.м. АЛЬПЕНГУРТ. Массовая доля жира 18%.
Состав: сливки, инвертированный сахарный сироп, глюкоза, ароматизатор натуральный «ваниль», загустители: каррагинан, гуаровая камедь, пектин; эмульгатор: эфиры глицерина и молочной и жирных кислот. Продукт может содержать следы сои.
Внимание! Баллон находится под давлением (вытесняющий газ N_2O). Беречь от нагревания свыше +50 °С и прямых солнечных лучей. После употребления не вскрывать и не сжигать.

Пищевая ценность	
Белок	100 г
Углеводы (в т.ч. сахароза)	2,6 г
Жиры (в т.ч. насыщенные жирные кислоты)	9,0 г (1,8 г)
Пищевые волокна	18,0 г (12,1 г)
Натрий	0,1 г
Энергетическая ценность (калорийность)	0,04 г

Этикетка от взбитых сливок

Задача 3

При термическом разложении 10 г некоторого безводного нитрата **Q** было получено 5,278 г крайне термостойкого желтоватого порошка **R**. Вещество **R** растворяется в концентрированной соляной кислоте с выделением газа. Определите вещества **Q** и **R** и напишите уравнения упомянутых реакций, если известно, что вещества **Q** и **R** нерадиоактивны. Ответ подтвердите расчетом.

Решение:

При разложении нитрата могут образовываться нитрит, оксид металла или свободный металл. Поскольку образуется желтоватый порошок, вариант с образованием металла не подходит, значит, **R** – либо нитрит, либо оксид. Рассмотрим различные варианты и учтем, что при разложении нитрата возможно изменение степени окисления металла.

Сначала рассмотрим вариант с образованием нитрита:

$$Me(NO_3)_x \rightarrow Me(NO_2)_y + O_2.$$

Молярную массу металла можно в данном случае найти из уравнения:

$$\frac{10}{M + 62x} = \frac{5{,}278}{M + 46y},$$

откуда $M = 69{,}3x - 97{,}416y$. Индексы x и y не могут принимать значения больше 4, поэтому рассмотрим все возможные варианты:

x | y	1	2	3	4
1	-28,116	-125,532	-222,948	-320,364
2	41,184	-56,232	-153,648	-251,064
3	110,484	13,068	-84,348	-181,764
4	179,784	82,368	-15,048	-112,464

Итого получилось 5 неотрицательных вариантов, однако, ни один из них не соответствует с приемлемой точностью молярной массе какого либо металла.

Рассмотрим теперь вариант с образованием оксида:

$$Me(NO_3)_x \rightarrow MeO_{y/2} + NO_2 + O_2.$$

Молярную массу металла можно в данном случае найти из уравнения:

$$\frac{10}{M + 62x} = \frac{5{,}278}{M + 8y},$$

откуда $M = 69{,}3x - 16{,}942y$. Индекс x лежит в диапазоне от 1 до 4, а y от 1 до 8, поэтому рассмотрим все возможные варианты:

x|y	1	2	3	4	5	6	7	8
1	52,358	35,416	18,474	1,532	-15,41	-32,352	-49,294	-66,236
2	121,658	104,716	87,774	70,832	53,89	36,948	20,006	3,064
3	190,958	174,016	157,074	140,132	123,19	106,248	89,306	72,364
4	260,258	243,316	226,374	209,432	192,49	175,548	158,606	141,664

С приемлемой точностью подходят следующие нерадиоактивные элементы: Sb ($x = 2$, $y = 1$), Sr ($x = 2$, $y = 3$), Gd ($x = 3$, $y = 3$), Ce ($x = 3$, $y = 4$), Pd ($x = 3$, $y = 6$), Y ($x = 3$, $y = 7$), Ge ($x = 3$, $y = 8$), Ir ($x = 4$, $y = 5$), Tb ($x = 4$, $y = 7$).

Из найденных элементов только гадолиний и церий проявляют необходимые степени окисления.

Поскольку при растворении оксида в соляной кислоте происходит выделение газа, этот газ – хлор. Из указанных оксидов сильными окислительными свойствами обладает только церий (IV).

Уравнения реакций:

$$2Ce(NO_3)_3 = 2CeO_2 + 6NO_2 + O_2;$$

$$2CeO_2 + 8HCl = 2CeCl_3 + Cl_2 + 4H_2O.$$

Критерии оценивания:

Догадка о возможности изменения степени окисления металла в ходе реакции – 3 балла.

Определение церия или гадолиния *по расчетам* – 5 баллов.

Формулы веществ **Q** и **R** – по 3 балла (всего 6 баллов).

Уравнения реакций – по 3 балла (всего 6 баллов).

Ответ без расчетов и обоснований – 0 баллов.

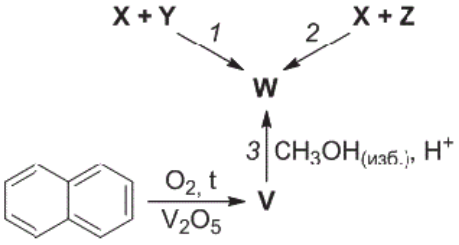
Комментарий: если участник по расчетам определил вещества **Q** и **R**, то первые 3 балла начисляются автоматически, даже без явного указания на изменение степени окисления.

Итого 20 баллов.

CeO_2

Задача 4

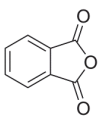
Органическое соединение **W** может быть получено тремя разными способами:



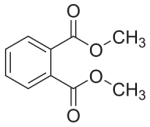
Изобразите структурные формулы веществ **V – Z**, если известно, что вещество **W** является единственным органическим продуктом реакций *1*, *2* и *3*, вещество **X** не является ароматическим, а молярная масса **Y** на 20 % больше молярной массы вещества **Z**. Дополнительно известно, что, кроме вещества **W**, в реакциях *1*, *2* и *3* образуются только вещества, входящие в состав воздуха.

Решение:

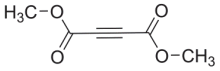
Нафталин окисляется кислородом на V_2O_5 до фталевого ангидрида (**V**). С избытком метанола в кислой среде образуется диметилфталат (**W**). Поскольку соединение **X** не ароматическое, скорее всего, в ходе реакции происходит сборка бензольного кольца за счет реакции циклоприсоединения. Наиболее вероятный способ построения ароматической системы **W** – реакция циклоприсоединения к диметилацетилендикарбоксилату **X**. Восстановление ароматичности возможно за счет ретро-реакции Дильса-Альдера с элиминированием стабильных малых молекул. Основные компоненты воздуха: азот, кислород, аргон, углекислый газ, водяной пар. Углекислый газ образуется при использовании альфа-пиронов, а азот при использовании пиридазинов. Побочный продукт в реакции *3* – вода.



V



W



X

Y

Z

Критерии оценивания:
Структурные формулы веществ V – Z – по 4 балла (всего 20 баллов).
Итого 20 баллов.

Задача 5

Газовая хроматография (ГХ) является важнейшим методом анализа летучих органических соединений. Пары анализируемой смеси проходят через тонкую капиллярную колонку с нанесенным на нее сорбентом. В зависимости от эффективности адсорбции компоненты разделяются и выходят из колонки в разное время. Основной характеристикой вещества в газовой хроматографии является время удерживания t_R, которое соответствует времени (в секундах) между вводом вещества в хроматограф и выходом из колонки. В зависимости от температуры, сорбента и скорости потока газа время удерживания может существенно меняться, поэтому для того, чтобы описывать удерживание вещества, применяют индексы Ковача, в которых подвижность вещества сравнивается с подвижностью *н*-алканов со схожей летучестью:

$$I_x = \frac{\lg t_R^x - \lg t_R^n}{\lg t_R^{n+1} - \lg t_R^n} \cdot 100 + 100 \cdot n,$$

где I_x – индекс Ковача, t_R^x – время удерживания исследуемого вещества, t_R^n – время удерживания *н*-алкана с n атомами углерода в цепи, t_R^{n+1} – время удерживания *н*-алкана с $(n+1)$ атомами углерода в цепи.

1) Рассчитайте индекс Ковача для *н*-бутана.

2) На газовой хроматограмме обнаружены пики с временами удерживания 61,7; 70,4; 78,1; 89,0 и 104,9 с. Пользуясь таблицей, проведите качественную идентификацию компонентов смеси. Времена удерживания *н*-пентана, *н*-гексана и *н*-гептана равны соответственно 55,4; 75,8 и 107,0 с.

Вещество	I_x	Вещество	I_x
2-метилпентан	591,0	2-метилгексан	661,8
3-метилгексан	646,7	циклопентен	557,6
циклогексан	617,3	фенол	695,0
циклопентан	534,4	тиофен	655,1
фуран	588,1	2,3-диметилбутан	576,3
бензол	608,2	пиридин	672,6
2,3-диметилпентан	624,2	2,4-диметилпентан	630,7

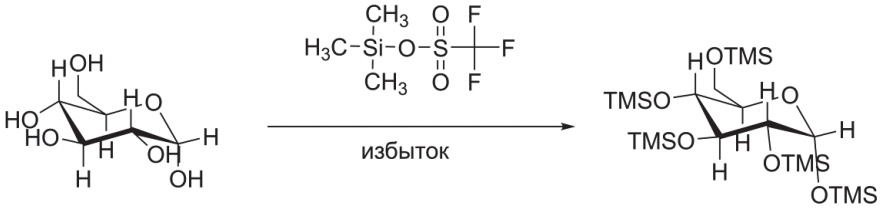
3) Как уже говорилось выше, ГХ применяется для анализа летучих органических соединений. Углеводы, например, глюкоза, являются нелетучими веществами и при сильном нагревании разлагаются. Тем не менее, ГХ активно применяется для качественного и количественного анализа углеводов. Предложите способ, с помощью которого методом ГХ можно проанализировать смесь D-глюкозы и D-фруктозы.

Решение:

1) 400.

2) Найдем индексы Ковача для исследуемых веществ. При этом используем времена удерживания ближайших по летучести *н*-алканов: 61,7 с – индекс 534,4 – циклопентан; 70,4 с – индекс 576,4 – 2,3-диметилбутан; 78,1 с – индекс 608,7 – бензол; 89,0 с – индекс 646,6 – 3-метилгексан; 104,9 с – индекс 694,3 – фенол.

3) Проблема низкой летучести углеводов связана с прочными межмолекулярными водородными связями между гидроксильными группами молекул углеводов. Для того чтобы углеводы можно было проанализировать методом ГХ, их нужно количественно перевести в более летучую форму. Для этого можно использовать исчерпывающее силилирование, ацилирование или алкилирование:



После перевода соединений в неполярную летучую форму их можно анализировать обычным методом. Процедура перевода вещества в более удобную для анализа химическую форму называется дериватизация.

Критерии оценивания:

Определение индекса Ковача для бутана – 4 балла.

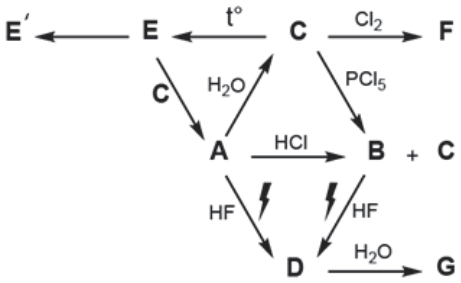
Отнесение пиков на хроматограмме – по 2 балла за каждое вещество (всего 10 баллов).

Предложен перевод в летучую форму с помощью исчерпывающего силилирования, ацилирования или алкилирования (любой вариант) – 6 баллов (без конкретного примера трансформации 3 балла).

Итого 20 баллов.

Задача 6

Ниже представлена схема превращений соединений некоторого элемента **L** (продукты, не содержащие элемент **L**, на схеме не указаны):



Газообразное соединение **D** обычно получают электролизом соединений **A** или **B** в безводной фтороводородной кислоте. Взаимодействие **A** с хлороводородом приводит к образованию смеси соединений **B** и **C**. Соединение **B** является единственным содержащим **L** продуктом взаимодействия **C** с хлоридом фосфора (V). Массовая доля фтора в **D** 65,52 %. Соединение **E** (массовая доля кислорода 38,09 %) является очень реакционноспособным и при температуре выше −80 °C легко димеризуется с образованием **E'**. Определите элемент **L** и неизвестные вещества **A** – **G**, а также напишите уравнения реакций электролиза. Соединения **C**, **F** и **G** являются кислотами. Сравните их силу и объясните, с чем связано различие в кислотных свойствах.

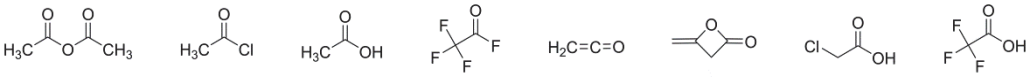
Решение:

Исходя из массовой доли кислорода в **E**, находим, что его молекулярная масса составляет 42 г/моль на каждый атом кислорода в молекуле, т. е., кроме кислорода, остается фрагмент с молярной массой 26 г/моль, что соответствует C_2H_2. Таким образом, соединение **E** – кетен, неустойчивый газ, который легко димеризуется.

Для соединения **D** молярная масса составит 29 г/моль на каждый атом фтора (за вычетом фтора остается 10 г/моль). Если в **D** 4 атома фтора, то молярная масса остатка будет 40 г/моль, что соответствует фрагменту C_2O. Таким образом, **D** – это трифторацетилфторид.

Элемент **L** – углерод или кислород.

Формулы веществ:



Уравнения реакций электролиза:

$$(CH_3CO)_2O + 8HF \rightarrow 2CF_3COF + 6H_2 + H_2O;$$

$$CH_3COCl + 4HF \rightarrow CF_3COF + 3H_2 + HCl.$$

Сила кислот убывает в ряду трифторуксусная – хлоруксусная – уксусная (**G** > **F** > **C**). Сила кислоты определяется стабильностью ее аниона. Анион, являясь электроноизбыточной частицей, стабилизируется акцепторными группами. Таким образом, чем сильнее отрицательный индуктивный эффект заместителей, тем сильнее соответствующая кислота.

Критерии оценивания:

Определение элемента L – 1 балл.

Формулы веществ **A** – **G** – по 2 балла (всего 16 баллов).

Уравнения реакций – по 1 баллу (всего 2 балла).

Верное определение соотношения силы кислот с объяснением – 1 балл (без объяснения – 0 баллов).

Итого 20 баллов.

Дорохин Сергей Васильевич
Учитель химии МКОУ «Центр образования № 10», г. Новомосковск Тульской области

Кремешкова Елизавета Анатольевна
Учащаяся 9 класса МКОУ «Центр образования №10», г. Новомосковск Тульской области

Лучше обещанной халвы…[1]

В этой статье вы найдете не только рассказ об увлекательном химическом проекте, выполненном школьницей под руководством учителя, но и хороший рецепт средства для ополаскивания волос! Статья будет полезна и преподавателям: освоениеметодики получения розового уксуса для волос повысит общий уровень бытовой химической грамотности учащихся, что способствует здоровьесбережению и улучшению качества городской жизни; материалы проекта могут быть использованы для проведения тематических бесед об уходе за волосами, а также в качестве дополнительного материала на уроках химии, экологии и биологии.

Жаркий исход августа 2018 г. Под тяжестью плодов ветви яблонь в садах клонились к земле, спелые гроздья винограда рдели даже в нашей средней полосе, садовые розы полыхали разноцветием на клумбах и в палисадниках. Накануне нового учебного года мы заглянули в магазин косметики и парфюмерии. Блуждая по витринам с мылами, шам-

[1] Персидская пословица: «Полученный уксус лучше обещанной халвы»
.

пунями, молочком и т.п., взгляд вдруг споткнулся о небольшую неяркую этикетку – «Уксус для волос. 300 мл. 420 рублей».

Что это такое? Зачем волосам уксус? Как его получают, и почему он так дорог? Число вопросов множилось, а число ответов оставалось равным нулю, поэтому с наступлением сентября мы дружно ринулись в библиотеку и на просторы Сети, радуясь тому, что пришедшая осень для нас вновь окажется полной открытий.

Ополаскивание волос уксусом знакомо нашим бабушкам, но в 90-е наши мамы гордо променяли народное средство на современный бальзам-ополаскиватель, кондиционер и смягчающий лосьон. А может, зря?

Уксусное ополаскивание подходит всем волосам – окрашенным или нет, прямым и вьющимся, коротким и длинным, сухим и жирным. Допускается яблочный или виноградный уксус, но ни в коем случае неэссенция: только натуральный продукт.

Найдя ответы на часть старых вопросов, мы задались новыми: можно ли приготовить такой уксус самостоятельно? Только ли яблочный уксус годен для ополаскивания волос, или виноградный тоже подойдет? Тут же создалось и предположение: в качестве сырья для получения натурального уксуса могут быть использованы лепестки розы.

Об уксусе для волос и розовых лепестках

Что известно о положительном влиянии уксусного ополаскивания на состояние волос? Назовем основные направления влияния [1].

1. Объём. Если волосы тонкие и не слишком густые, ополаскивание их уксусом станет настоящей панацеей, оно сделает то, с чем не справились никакие спреи и пудры. Применяя уксус, во-первых, следует отказаться от кондиционеров; во-вторых, следует не смывать уксус после ополаскивания, а дать волосам высохнуть. Запах выветрится в течение часа без следа.

2. Защита цвета. Окрашенные волосы дольше сохранят свой цвет, если 2 – 3 раза в неделю ополаскивать их уксусом, так как он удерживает чешуйки кутикулы волоса закрытыми, что предотвращает вымывание пигмента.

3. Блеск. Если волосы потускнели, уксус вернёт им шелковый блеск. Даже если увлекаться укладочными средствами, которые забиваются в микротрещинки на поверхности волоса, тем самым утяжеляя его и лишая способности отражать свет, уксус удалит остатки муссов и пенок, разгладит поверхность волоса – и блеск возвращён!

4. Чистота. Стилисты рекомендуют использовать время от времени глубоко очищающие шампуни, особенно если вы живете в городе, и волосы ежедневно вбирают выхлопы и смог. Но уксус справляется не хуже! Используйте его после мытья волос, но не как ополаскиватель, а как шампунь, взбивая волосы и массируя кожу головы.

5. Легкость расчесывания. Ни один кондиционер или бальзам не сделает волосы такими легкими и легко расчесывающимися, как уксус для волос. Особенно оценят это качество обладательницы кудрявых волос.

Целебные свойства лепестков розы человек использует с древности [2]. Лепестки розы полезны при расстройствах кишечника, воспалениях желудочно-кишечного тракта, ангине и стоматите, гнойных ранах, ожогах и многих других заболеваниях.

Химический состав лепестков розы уникален количеством полезных веществ, таких как фруктоза,

глюкоза, сахароза; флавоноиды; органические кислоты; дубильные вещества; пектин; эфирные масла; минеральные вещества, содержащие хром, железо, селен, иод, кальций, магний [3].

Хром – биогенный элемент, который входит в состав тканей растений, животных и человека. Он принимает участие в обмене липидов, углеводов и белков, входит в состав фермента трипсина. Недостаток хрома в организме может привести к повышению уровня холестерина и сахара в крови, а также негативно повлиять на состояние волос.

Железо – обязательный участник многих процессов, дефицит этого элемента в организме может привести к необратимым последствиям. Проведя очередные исследования, ученые отметили, что железо для волос также крайне необходимо, и что его оптимальный баланс – залог нормального роста волос.

Селен повышает иммунитет, выступает как один из главных антиоксидантов, защищая организм от действия свободных радикалов, а также играет ключевую роль в поддержании обмена веществ. Селен непосредственно участвует в процессе роста волос, а при его дефиците отмечается ломкость, нередко – выпадение и алопеция.

Иод участвует в работе щитовидной железы, и при его дефиците в первую очередь страдают волосы. Отмечаются такие симптомы, как облысение, сухость локонов. Далее эта проблема может распространиться на кожу и ногти: расслаивается и ослабевает ногтевая пластина, появляются проблемные высыпания на лице, отмечается появление морщинок.

Кальций обеспечивает такие важные функции, как обменные процессы, формирование костей, минерализация зубов. Важен он и для красоты и густоты волос.

Недостаток магния в организме сразу отражается на волосах, они начинают выпадать, становятся ломкими и истощенными, ухудшается не только состояние волос, но и кожи, ногтей, а также сбивается работа систем, участвующих в синтезе полезных веществ, которые ежедневно нужны организму [3, 4].

Таким образом, очевидна польза для волос как натурального уксуса, так и компонентов, содержащихся в лепестках розы.

Опыт 1. Получение натурального розового уксуса путём брожения глюкозы

Существующие методики приготовления розового уксуса [2, 5, 6] основаны на общем принципе – экстрагировании веществ из лепестков розы уже готовым 6%-ным яблочным или виноградным уксусом. В нашей работе мы поставили цель получить собственный уксус, а не использовать готовый.

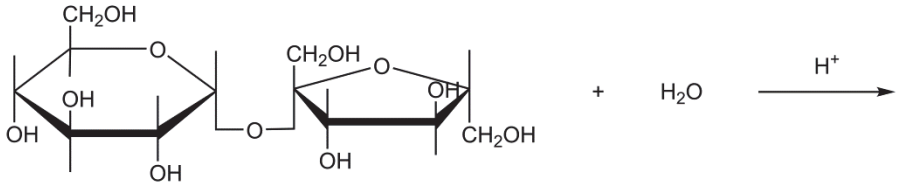
Для получения розового уксуса для волос нами были взяты следующие ингредиенты: лепестки розы, сахар, кипячёная вода. 300 г лепестков розы поместили в колбу, засыпали 300 г сахара и залили кипячёной водой объёмом 1,1 литра. Допустимо использование только свежесобранных лепестков розы, выросшей в открытом грунте (а не купленной в магазине), не подвергавшейся никакой обработке! Колбу завязали чистой проницаемой тканью и поставили в тёплое место, два раза в неделю развязывая и перемешивая содержимое (рис. 1).

Рис. 1. Тридцатый день эксперимента. Процесс брожения завершён, идёт процесс окисления

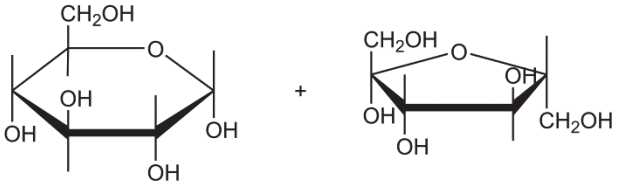
Через месяц, когда слой лепестков в колбе опустился на дно, а жидкость приняла жёлто-коричневый цвет, два раза в неделю стали измерять значение pH жидкости с помощью универсальной индикаторной бумаги. Когда бумага показала значение pH = 2 – 3, смесь сперва процедили через ткань, затем профильтровали через фильтровальную бумагу. Недопустимо попадание осадка в склянку с профильтрованной жидкостью. Готовый розовый уксус следует хранить в тёмных помещениях, так как под воздействием света из него исчезают полезные вещества (рис. 2).

Рис. 2. Сороковой день эксперимента. pH = 4, концентрация H^+ ещё маловата

В начале процесса происходит гидролиз сахарозы. Реакцию гидролиза, очевидно, инициируют органические кислоты, содержащиеся в лепестках. Уравнение реакции:



сахароза



глюкоза **фруктоза**

Далее начинается процесс брожения глюкозы, осуществляемый находящимися на лепестках растительными дрожжами:

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3CH_2OH + 2CO_2.$$

Образующийся этанол в присутствии кислорода воздуха окисляется в уксусный альдегид, затем в кислоту:

$$CH_3CH_2OH \rightarrow CH_3{-}CH{=}O \rightarrow CH_3{-}COOH.$$

Опыт 2. Качественное определение уксусной кислоты в полученном растворе

Для качественного определения содержания уксусной кислоты в полученном растворе к 1 мл исследуемой жидкости добавили 1 мл 3 %-ного раствора хлорида железа (III) (рис. 3). По образованию тёмно-коричневого окрашивания (цвета крепкого чая) делаем вывод о наличии уксусной кислоты в растворе:

$$3CH_3COOH + FeCl_3 = (CH_3COO)_3Fe + 3HCl.$$

Рис. 3. Шестидесятый день эксперимента. Положительность качественной реакции на уксусную кислоту очевидна

Опыт 3. Определение концентрации полученного уксуса

Для титрования нам понадобится: образец полученного уксуса, раствор NaOH с концентрацией 0,1 М (из стандарт-титра), колба на 250 мл, раствор фенолфталеина, 2 одноразовых шприца на 10 мл.

Рис. 4. Определение концентрации полученного уксуса. В колбе 1 мл 0,1М NaOH, в склянке и в шприце свежеполученный розовый уксус

Сначала мы тщательно промыли колбу, сполоснули дистиллированной водой. Затем налили в колбу 1 мл 0,1 М раствора NaOH из стандарт-титра и добавили 2 – 3 капли раствора фенолфталеина. Исследуемый раствор добавляли по каплям в колбу к окрашенному раствору NaOH при постоянном перемешивании до исчезновения малиновой окраски индикатора (рис. 4). Титрование повторили три раза и вычислили среднее значение объёма израсходованного раствора.

Строго говоря, таким титрованием мы определили общую кислотность полученного раствора, так как, помимо уксусной, в процессе брожения образуются и другие органические кислоты. Но поскольку их количества незначительны, а кислотные свойства выражены слабее, чем у уксусной ки-

слоты, то их диссоциацией можно пренебречь. Результаты титрования и проведённых на их основе вычислений представлены в таблице 1, ниже представлены вычисления.

Из сокращённого ионного уравнения реакции нейтрализации уксусной кислоты гидроксидом натрия

$$H^+ + OH^- = H_2O$$

видно, что $\nu(H^+) = \nu(OH^-)$. Зная объём и концентрацию затраченного раствора NaOH, а также приняв степень его диссоциации равной единице, найдём количество ионов OH^-:

$$\nu(OH^-) = C \cdot V = 0{,}1 \text{ моль/л} \cdot 0{,}001 \text{ л} = 0{,}0001 \text{ моль}.$$

Таким же будет и количество ионов H^+. Зная объём израсходованного раствора уксуса, рассчитаем концентрацию ионов H^+ в нём:

$$[H^+] = \frac{\nu}{V} = \frac{0{,}0001}{0{,}0168} = 0{,}00595 \text{ моль/л}$$

Вычислив значение концентрации H^+, найдём значение pH полученного раствора уксуса:

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg(0{,}00595) = 2{,}225.$$

Исходя из выражения константы диссоциации уксусной кислоты и табличного значения константы диссоциации [7], рассчитаем концентрацию уксусной кислоты в исследуемом растворе:

$$K = \frac{[H^+] \cdot [CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]};$$

$$[CH_3COOH] = \frac{[H^+] \cdot [CH_3COO^-]}{[K]} = \frac{[H^+]^2}{K} = \frac{0{,}00595^2}{1{,}754 \cdot 10^{-5}} = 2{,}02 \frac{\text{моль}}{\text{л}}.$$

Массовую долю уксусной кислоты в полученном растворе найдём через форму расчёта[8].

Табл. 1. Результаты исследования полученного раствора

Объём исследуемого раствора, мл	$[H^+]$, моль/л	pH	$[CH_3COOH]$, моль/л	Массовая доля CH_3COOH, %
16,8	0,00595	2,225	2,02	11,95

Подготовка и применение уксуса для волос

Для подготовки уксуса для волос непосредственно к применению, согласно методике [9], берут 2 столовых ложки (30 мл) готового яблочного или виноградного уксуса и доливают кипячёной воды до объёма 1 литр. Массовая доля кислоты в готовом уксусе составляет 6 %, что соответствует молярной концентрации 1,006 моль/л. В 30 мл такого раствора содержится

$$\nu = C \cdot V = 1{,}006 \cdot 0{,}03 = 0{,}03018 \text{ моль}$$

растворённого вещества. Следовательно, после доведения объёма этого раствора до 1 литра концентрация кислоты в нём станет 0,03018 моль/л. Чтобы получить раствор с такой концентрацией, исходя из нашего уксуса с концентрацией 2,02 моль/л, нужно взять

$$V = \nu/C = 0{,}03018/2{,}02 = 0{,}015 \text{ л} \ (15 \text{ мл})$$

нашего раствора и долить кипячёной воды до объёма 1 литр. Полученный нами уксус для волос готов к применению.

Вымойте волосы как обычно, используя привычный шампунь. Тщательно смойте шампунь под проточной водой и ополосните во-

лосы прохладным душем. Перекиньте волосы вперёд и лейте уксус на макушку, чтобы он равномерно, насколько это возможно, стекал по волосам от корней до кончиков. На волосы средней длины уйдёт 50 – 100 мл уксуса, больше не нужно. Дайте уксусу стечь. Эффект от применения уксуса будет заметнее, если вы не станете сушить волосы феном, а дадите им высохнуть самостоятельно.

Расчёт экономической целесообразности получения розового уксуса

Если принять, что в конце лета – начале осени лепестки садовой розы представляют собой бесплатное сырьё, то себестоимость полученного нами одного литра 12 %-ного уксуса определяется только стоимостью затраченного сахара[2] (300 г). При средней стоимости одного килограмма сахара в 40 рублей она составит 12 рублей. Готовый яблочный или виноградный уксус содержит 6 % кислоты, то есть из 1 литра 12 %-ного уксуса можно получить 2 л 6 %-ного, и себестоимость 1 литра такого раствора составит 6 рублей.

В случае следования методикам приготовления розового уксуса [2, 5, 6] себестоимость конечного продукта будет определяться стоимостью готового 6 %-ного яблочного уксуса. Средняя цена последнего в торговых сетях города составляет 77 рублей за 0,5 л. То есть себестоимость 1 литра розового уксуса, полученного путём экстракции, составит 154 рубля. Таким образом, очевидна экономическая целесообразность приготовления розового уксуса согласно нашей методике.

Литература и другие источники информации

1. 5 причин ополаскивать волосы уксусом: советы врача-трихолога. https://www.cosmo.ru/beauty/hair/5-prichin-opolaskivat-volosy-uksusom-sovetuet-vrach-triholog/#part0
2. Чем полезны лепестки роз. https://healthilytolive.ru/prirodnaya-apteka/4379.html
3. Чем полезны розы для здоровья человека. https://agronomu.com/bok/1156-chem-polezny-rozy-dlya-zdorovya-cheloveka.html
4. Уход за волосами. http://dona-j.ru/beauty/articles/uxod-za-volosami?page=4
5. Розовый уксус. https://rosebest.ru/rozovyj-uksus.html
6. Как приготовить розовый уксус. https://zdorblog.blogspot.com/2011/07/blog-post_29.html
7. Романцева Л. М. Сборник задач и упражнений по общей химии: учебное пособие для нехимических специальностей вузов / Л. М. Романцева, З. Н. Лещинская, В. А. Суханова. – М.: Высшая школа, 1991. – 288 с.
8. Физико-химический калькулятор. http://www.novedu.ru/sprav/pl-uks.htm
9. Как правильно полоскать волосы уксусом. http://howtogetrid.ru/kak-pravilno-poloskat-volosy-uksusom/

[2]Это справедливо, если вы получаете розовый уксус для себя. Если организовывать производство, то, конечно, надо учитывать стоимость воды, работы по сбору лепестков, проведения всех операций и т.д.

Деянков Данила Андреевич
Выпускник 11 химического класса СУНЦ МГУ. Научный руководитель – Е.О. Анохин, аспирант ФНМ МГУ

International Conference of Young Scientists

Международные соревнования играют важную роль в воспитании талантливых учеников средних школ, открывая новые возможности для расширения их знаний в области наук. Впечатлениями делится участник одной из всемирно известных молодежных конференций – ICYS.

Существует много видов соревнований. International Conference of Young Scientists (ICYS) – это особый вид индивидуальных соревнований по физике, математике, информатике и экологии для учащихся средних школ в возрасте от 14 до 18 лет. Каждый участник должен подготовить исследовательский отчет по предмету, выбранному им из вышеперечисленных. Язык этих десятиминутных докладов – английский, и международное жюри оценивает и награждает презентации.

Каждый год в среднем бывает 60-70 докладов в 4 секциях конференции. Этот вид соревнований имеет важное значение в обучении студентов, он мотивирует их заниматься исследовательской работой, представлять и обсуждать собственные результаты, составлять исследовательские отчеты, проводить презентацию на иностранных языках.

Возможно, большинство участников позже станут студентами в различных университетах и исследователями, выступающими с докладами на научных конференциях (например, как эта). Это первое выступление может стать решающим фактором в их будущей научной карьере.

В 2019 году конференция переехала в Малайзию. Городом, представляющем страну, стала столица Куала-Лумпур. На протяжении 8 дней, в период с 18 по 25 апреля, проходили два этапа: презентационный, где участникам было необходимо представить результаты своей научной работы научному жюри, опираясь на презентации, и постерная, где участники защищали свои работы у стендов.

Теперь немного о себе. Моя проектная работа в области магнитных материалов была подготовлена совместно с Евгением Олеговичем Анохиным. В работе описаны синтез и свойства стабильных магнитных жидкостей на основе пластинчатых магнитотвёрдых наночастиц гексаферрита стронция. Коллоиды обладают выдающимся магнитооптическим эффектом, т. е. зависимостью светопропускания среды от величины и направления внешнего магнитного поля. Мы изучали магнитооптический отклик феррожидкостей в переменных магнитных полях с использованием самодельной установки. Магнитооптический эффект наблюдался вплоть до частот прилагаемого внешнего магнитного поля свыше 2 кГц. На примере музыки при использовании дополнительного ориентирующего магнитного поля была показана возможность использования магнитной жидкости в качестве оптической среды для магнитооптического модулирования сигналов в акустическом диапазоне до 5 кГц. Также мы выявили возможность использования коллоида при модуляции в качестве эквалайзера путём внесения различных искажений в сигнал для получения звуковых эффектов, таких как «дисторшн», «овердрайв» и др.

Благодаря достойным выступлениям на всероссийских смотрах научно-исследовательских работ я был отобран в сборную России от Москвы. По итогам работы презентационной секции «Physics» моя работа «Magneto-optical modulation of signals using colloidal strontium hexaferrite nanoplatelets» была удостоена серебряной медали. На первой ступени пьедестала расположились наши коллеги из Польши и Сингапура с работами в сфере механики твёрдого тела и участник из Беларуси с работой в области астрономии.

По окончании конференции организаторы подготовили для участ-

ников ряд экскурсий, в ходе которых мы посетили башни-близнецы Петронас, лесной парк Куала-Лумпур, площадь независимости, пещеры Бату и ещё множество других интересных мест.

Полевая практика

Ногина Дарья Сергеевна
Выпускница биологического класса СУНЦ МГУ

Никитина Арина Тимофеевна
Выпускница биологического класса СУНЦ МГУ

Кравчук Екатерина Вячеславовна
Выпускница экологического класса СУНЦ МГУ

Дневник участника Комплексной образовательной школьной экспедиции

Мы уже писали о КОШЭ – комплексной образовательной школьной экспедиции, которую СУНЦ МГУ проводил в 2017 году на Кипре[1]. Задачами экспедиции были групповое комплексное исследование края, совместное проживание и переживание информации о значи-

[1] М.Г. Сергеева. Потенциал. Химия. Биология. Медицина. 2017. №1-3. С 2-7.

тельном историческом промежутке истории и разнообразных пространств Средиземноморья в короткий срок экспедиции. Ребята были разбиты на две группы (самоназвания «Хищники» и «Овощи») по 10 человек, между ними были разделены обязанности. Кому-то досталась задача вести дневник-репортаж событий и впечатлений. Теперь перед вами дневник впечатлений группы «Хищники».

День 1 (10 марта)

Сегодня мы посещали некрополь Tombs of the Kings (Царские гробницы). Добрались туда на автобусе номер 615. Было солнечно и тепло. Ещё до входа мы увидели большое разнообразие растений: эвкалипты, сосны, кипарисы – но это была лишь малая часть того, что нам довелось описать на территории некрополя. Сами гробницы, представляющие собой полуземлянки, вырубленные в камне, являются древнейшим типом построек Европы, их можно отнести к бронзе. Их история напоминает сюжет приключенческого романа: сначала они служили местом захоронения богатых людей, однако в последующие времена спасали жителей от пиратов, были убежищем для первых христиан, а позже для тамплиеров. В гробницах нет окон, двери расположены со стороны, где нет моря.

«Царственная» агама, найденная среди гробниц

Интересно отметить, что ландшафт на территории некрополя антропогенный, и это во многом повышает биоразнообразие: в результате деятельности человека образуются незаселённые участки, в которые могут вклиниваться разные типы флоры. Основной чертой сельского хозяйства на территории Кипра испокон веков была забота о сохранности местной растительности и почв, поэтому сейчас у нас есть удивительная возможность познакомиться с поразительным биоразнообразием местной флоры. Мы увидели маки, рожковое дерево - символ и эндемик Кипра, растение из семейства бобовых, из которого делают мёд, сиропы и сладости; цикламен, лук, спаржу, астрагал, акацию, розмарин, повой заборный, опунцию, одуванчик. Нам встречались разные типы почв, например, в бывших водохранилищах, расположенных рядом с подводными реками, был суглинок. В основном почвы были песчаные, и это сильно предопределило состав местной флоры: после дождей, немногочисленных в летние периоды, вода уходит сквозь песок вглубь, поэтому здесь преобладает ксерофильная флора.

Территория некрополя представляет собой типичную вторичную степь, преобладает маквис – заросли вечнозелёных жестколистных и колючих кустарников, низкорослых деревьев и высоких трав в засушливых субтропических регионах. В России аналогом маквиса служит шибляк – тип средиземноморской растительности, состоящей из листопадных, часто засухоустойчивых, кустарников и низкорослых деревьев высотой 3 – 4 метра, встречается на Кавказе.

Мы увидели славку, домового воробья и рептилий: стеллиона из

агам, хемидактелиса (эндемик Кипра). Чтобы найти интересных представителей фауны, нам приходилось переворачивать камни, лежащие на земле - так обнаруживались кивяки, свернувшиеся в колечко, многоножки и другие животные.

Прогулка по некрополю была довольно увлекательной и интересной: мы спустились в гробницы (как в совсем древние, так и в украшенные колоннами и узорами, вырубленными из камня), увидели скалу, расколотую на две части корнями растений, захоронение с окнами, прошли по подземным переходам.

Для того, чтобы перекусить, мы выбрали живописную поляну, на которой росла дикая рожь. Там Дмитрий Александрович Быков прочитал нам интереснейшую лекцию об истории Кипра с акцентом на историю религии.

Территория гробниц очень живописна: после московских жилых кварталов мы жадно вглядывались в горизонт, в непривычно огромное небо. Воздух был необычайно чист, вокруг пели птицы. Впереди – желтоватые степи, тут и там виднелись такие же желтоватые развалины, пахло древностью и свободой. Солнце неумолимо пекло, из-за чего лица многих ребят обгорели.

Нужно закрепить впечатления вкусным обедом, интересной лекцией и сладким сном на свежем воздухе

На вечернем собрании мы обсудили то, что видели сегодня, послушали про геологическую историю Кипра. Она связана с древним океаном Тетис, существовавшим в эпоху мезозоя между континентами Гондвана и Лавразия. Увеличение Атлантического и Индийского океанов и смещение тектонических плит привели к столкновению этих древних континентов и образованию Альпийско-Гималайского горного пояса, частью которого стали кипрские горные массивы Троодос и Пентадактилос (Пять пальцев). Все горные породы Кипра осадочные, нет коренных пород, так как здесь не проходил ледник. На острове много полезных ископаемых, из-за чего он был привлекателен для людей ещё с неолита.

День 2 (11 марта)

Сегодня было пасмурно, часто шёл мелкий дождь, редко выходило солнце. Мы посетили этнографический музей Кипра. Экспозиция располагалась на двух этажах: на первом находилась выставка, посвящённая крестьянскому быту жителей Кипра в XIX веке и начале XX века. Дмитрий Александрович Быков провёл интересную экскурсию. Мы познакомились с основными атрибутами крестьянской жизни: увидели соху, мастерскую по изготовлению глиняной и керамической посуды, жилые комнаты, кухню. В этом музее главную ценность составляли не экспонаты, а атмосфера, дух того времени: маленькие комнатки с грубой деревянной мебелью, уютный дворик с фонтаном, молельня с иконами. Удивительно, что ещё так недавно быт людей был устроен совершенно по-другому. Второй этаж был необычнее первого: мы увидели десятирублёвые купюры, которые были отменены в 2009 году, также вся витрина была

уставлена российскими и украинскими деньгами. Слева располагался кабинет крестьянина с огромной библиотекой и рабочим местом с компьютером. Справа находились камни, подаренные музею, и серебряные украшения.

Потрогать историю своими руками

Оказалось, что храм был закрыт, однако это не смогло нас расстроить. Впереди показались заросли опунции, чьи плоды мы поспешили попробовать. Их вкус нас, правда, не впечатлил, однако напомнил о еде. Поблизости была небольшая лужайка, где и было решено съесть наши запасы. Мы разложили бутерброды и насладились обедом.

Опунция

Потом мы отправились на археологические раскопки: нашли множество черепков датировкой IV-VI вв. до н. э., которые не имели никакой исторической ценности. Зато нашему взору открылось большое подземное помещение с множеством входов и выходов, из которых мы выбрали именно тот, который вывел нас на крышу чьего-то дома. Вдруг впереди показалось дерево, увешанное носовыми платками. Оказалось, что поблизости располагаются катакомбы, служившие убежищем великомученицы Соломонии, которая жила там со своими семерыми детьми. Вход охраняет фисташковое дерево, считается, что если повязать на него личную вещь, то через год человек исцелится от всех своих болезней. Также внутри катакомб находится святой источник, люди верят, что вода из него лечит глаза. К сожалению, мы не проверяли этот факт из-за того, что эта вода немного мутная и серая, и её чистота вызывает сомнения.

До дома мы добрались на 615 автобусе. Поужинали, отдохнули, а на собрании обобщили всё то, что увидели за этот день. Из флоры нам встретились такие растения, как цикламены, гиацинты, кустики астрагала (бобовое), рожь, овес, хризантемы, гинандририсы, asphodelus aerstivus, колючая спаржа, козлобородник, синяк, розмарин, фиолетовые цветки повоя заборного, неаполитанский лук, кактусы и даже пальма бутия.

Во время наших пеших переходов мы наблюдали за птицами в бинокль. Интересно отметить ласточку домовую и городскую, воробья домового и каменного, славку черногрудую, сизого голубя, черноголовую славку, большую синицу, ворону, чайку, гаечку, зорянку (малиновку), горихвостку, горную чечетку, черного дрозда, зеленушек, овсянку.

Нам удалось заметить несколько любопытных видов рептилий, в том числе и эндемиков Кипра, среди них различные агамы: например, агама-гордун, Acanthodactylus (род гребнепалые ящерицы), эублефар (интересно отметить, что у него глаза срослись, и веко пропало), Coluber ravergieri (змея), египетская мабуя Trachylepis vittata.

Блюдом дня был пирог, приготовленный из лимонов, собранных в монастырском саду. Вечером Эдуард Арташесович Галоян читал нам книгу Лоренса Даррелла о Кипре, это было очень интересно и необычно.

День 3 (12 марта)

Мы надеялись, что будет солнечно, но, увы, был пасмурный день, часто лил сильный дождь. У нас была запланирована поездка в монастырь святого Неофита. Мы рано проснулись, позавтракали, на 615 автобусе доехали до Harbour, пересели на 618, доехали до конечной станции, вышли на остановке. Оказалось, что по воскресеньям нужный нам автобус не ходит. Решили поехать на море.

Coral Bay beach

В Coral Bay дул сильный ветер, волны были большие, но никого это не смутило: несколько человек отчаянно решило искупаться в море. Мы пообедали на побережье и отправились дальше. Из-за того, что многие замерзли и промокли за день, мы разделились на две группы: тех, кто едет на виллу, и тех, кто идет смотреть птиц в горы. Как вы думаете, что произошло? Правильно, начался дождь, и очень сильный дождь. Мы переждали его под навесом чей-то виллы. Некоторые промокли и оставили наши ряды. Оставшихся же ждали незабываемые приключения. Сначала мы шли по безлюдным дорогам, пели песни. По пути мы нашли миндальное дерево и собирали с земли чёрные сырые плоды. Мы проходили мимо живописных полей, вилл и лающих собак, пока наконец дорога не кончилась. Это нас, конечно, не остановило: наша компания вышла из зоны комфорта и начала карабкаться на гору. По дороге мы переворачивали камни, наслаждались пейзажем, становившемся тем обворожительнее, чем выше мы забирались. Темнеющее небо на горизонте слилось с контуром моря, и разбросанные по равнине виллы самолюбиво сияли и угасали в вечернем свете. Мы разбрелись по холму. В расщелинах между камнями ползали хемидактилис и фениколацерт. Мы описали множество растений. Ярко-оранжевый шар быстро опускался в море, и через несколько минут холмы погрузились в полумрак. На вершине горы мы обнаружили термитов, что вызвало всеобщий неописуемый восторг. Луна, которую заволокли облака, красовалась в чёрном небе над городскими огнями. Кажется, только сейчас можно было заметить жизнь в городе. Пустые тротуары, бледнеющие в дневной пыли, сейчас были тронуты гостеприимным светом из окон вилл, а мы шли по бездорожью, освещая себе путь фонариками. Нас ждала длинная дорога домой под сильным дождём. Голодные, уставшие, промокшие и радостные, мы, наконец, добрались до нашей виллы.

День 4 (13 марта)

Сегодня было солнечно. Теперь мы проснулись ещё раньше, позавтракали, поехали в Coral Bay. Нашей главной целью, девизом этого дня, были поиски ущелья. От автобусной остановки мы пошли пешком, часто останавливаясь по пути, чтобы рассмотреть ящериц и птиц в бинокль. Вскоре нашим глазам открылась живописная бухта, где дул порывистый ветер, и море теряло свои очертания в нежно-розовой утренней дымке. Тщетно бродили мы по побережью в поисках ручья или горной речки, которая могла бы привести нас к ущелью. Вокруг виднелась только сухая степь, астрагал и камни.

По пути мы потревожили покой двух зайцев, которые прятались в кустах. Вдруг мелькнуло нечто белое. Мы подняли это и осознали: это были кости парнокопытного, скорее всего козы. Мирно бороздя просторы бескрайней степи, мы наткнулись на маленькую ферму с ухоженными грядками и парой ослов. Мы кормили их травкой, они лягались и отнимали друг у друга еду.

Перекус с прекрасным видом

На горизонте показалась пещера. Наш путь лежал через банановые плантации. Вокруг желтели спелые гроздья, росли апельсиновые деревья. В этом изобилии у нас разбегались глаза, вылетали линзы. Потом мы случайно зашли на задний двор зоопарка. Некоторые, как оказалось, знают птичий язык, и им удалось поговорить с птицами, кудахтая, крякая и визжа.

Шли мы примерно полчаса, нашли мертвую змею. С вершины горы показалось ущелье с ручьем. Мы стали потихоньку спускаться. Наши приключения только начинались.

Поначалу все было хорошо, мы рассматривали окружающие нас растения, фотографировались. Но тут начался квест, как в «Жестоких играх». За поворотом нас ждало первое испытание. Внизу вода и скользкие камни, слева берег, покрытый толстым слоем грязи, а справа скала. Впереди загораживали дорогу заросли колючек сассапорили. Пройти по камням было невозможно, к тому же мешали заросли колючек. Ребята уперлись ногами в скользкий левый берег, руками в правую скалу, и, как крабики, стали переходить. Некоторые не удерживались и падали в воду. Мы пошли вперед, точнее, попрыгали. Вдали уже виднелось второе испытание: сваленная ель с сучками перекрыла дорогу, снизу был маленький водопад и скользкие острые камни. Дерево могло проломиться в любую секунду. Друг за другом мы осторожно стали залезать на ствол и проходить по нему, держась за сломанные сучки. Кроссовки были в грязи и соскальзывали. Все время пути можно было слышать «восторженные» крики ребят. Пройдя эту ель, ты оказываешься на камнях с водорослями, а перед тобой отвесные скалы и глубокая речка. Волей-неволей приходится наступать в эту холодную воду, так как нет ни камней, ни берега. В первый момент ты не ощущаешь воды в ботинке, а когда делаешь второй шаг, то подошва сначала впитывает воду, а потом при

поднятии ноги вода высасывается из подошвы, и весь кроссовок внутри наполняется водой. Это незабываемое, прекрасное чувство. Теперь тебе не нужны камни, ты можешь просто идти по воде, как белый человек. Появились третье, четвертое, пятое препятствия: надо было прыгать, залезать по лианам-колючкам, перелезать по скалам. Вот тут, кстати, и понадобились навыки, полученные на физкультуре. Поворот за поворотом мы проходим ущелье, примерно через час мы услышали крик человека, который шел впереди: «Ура! Конец!»

Стало темнеть, мы вышли на темную дорогу, освещённую тусклым светом фонарей. Внезапно прохладный воздух разразился нескладным кваканьем – это были квакши, поселившиеся в заброшенном бассейне. Мы поспешили туда с фонариками и взбудоражили несколько летучих мышей. Лягушки нас совершенно не боялись: они подплывали к нам и не хотели уходить с рук. Мы дошли пешком до Coral Bay. Городские огни были похожи на новогоднюю ёлку, луна же лениво лежала на облаках. Тишина. Безлюдная дорога, перед тобой расстилается живой город с мелькающими огнями машин, множеством человеческих историй, лежащих перед тобой как на ладони, а вокруг молчаливая мрачная равнина, прохладный воздух, и, кажется, именно так выглядит счастье.

Так растут бананы

День 5 (14 марта)

Монастырь св. Неофита

Весь день не было дождя, вначале было солнечно, к концу дня более пасмурно. Мы проснулись в 7 утра, выехали на 615 автобусе, пересели на 618, а далее на 604. Мы ехали в монастырь святого Неофита. Это мужской монастырь, основанный монахом Неофитом Затворником в XII веке. Располагается он в 10 км от Пафоса, на высоте около 400 метров от уровня моря. Стены тут целиком расписаны сценами из Библии. Глаза на фресках были выколоты захватчиками, которые в прошлом часто совершали набеги на окрестности. Мы заметили интересную особенность: все стены пестрят всевозможными надписями, потому что раньше не считалось зазорным оставлять на стенах храма свои пожелания. Рядом с жилищем монаха располагается само здание монастыря с церковью. В музее выставлены иконы разных веков с XII по XIX вв., различные кресты, серьги, летописи, нотные книги, глиняные вазы и сосуды IX в. до н. э. Мы долго обсуждали икону Вознесения Богородицы: руки одного человека отрезаны, а глаза у него выколоты. Над Богородицей стоит Иисус, который держит в руках её душу, что крайне неканонично для того времени.

После экскурсии наша команда решила идти пешком до виллы, чтобы погулять. Мы разделились на две группы: «умные» и «смелые». «Умные» – те, кто пошел по асфальтовой дороге. «Смелые» – те, кто пошел по ущелью.

Наша компания нашла очень уютную поляну: внизу – ущелье, слева заросли лиан, романтично свисающих и создающих впечатление, что мы находимся у водопада. Мы сидели на камнях в окружении фиолетовых орхидей и кушали под пение спрятавшихся в листве птиц.

Медлить было нельзя. Друг за другом мы начали спускаться к самому ущелью. Дмитрий Александрович нашел какую-то гроздь, состоящую из маленьких черных шариков. Как оказалось, это были фекалии улиток. На пути у нас появился узкий проход между скалой и ветками. Мы стали с уже почти профессиональным спокойствием искать взглядом обход. Однако спокойствие скоро покинуло нас, когда мы поняли, через что нам всё-таки придётся пройти. Везде свешивались колючки сассапорили, а правый катет треугольного прохода, он же и основание, был усыпан палками, и пролезть можно было только ползком. К тому же этот проход был вначале замурован палками, которые обламывал Эдуард Арташесович. Для того, чтобы пройти, надо было ползком, передвигая ноги, как крабик, пробираться вперёд. По пути мы увидели дикую вишню, грибы аскомицеты, птичье яйцо и еще много интересностей. Вскоре наша компания вышла на зеленую поляну, освещенную солнцем, там мы нашли очень редкую орхидею. Эдуард Арташесович шел впереди и пытался проложить путь. Подниматься было трудно: ноги заплетались в лианах-колючках, руки были исколоты, грело солнце, за спиной рюкзак. Выходя на финишную прямую, на дорогу, многие говорили, что они вышли из ада, что именно так он выглядит.

Мы отдохнули, но куда точно идти, мы не знали. Так как день был ясный, было хорошо видно весь остров. Воспользовавшись такой погодой, а также биноклями, мы увидели у моря наши виллы. Мы шли по извилистым асфальтовым дорогам, рассматривали цветы, различные растения. Вдруг мы увидели железную табличку: «До Coral Bay 5 км». С одной стороны, число пять вроде небольшое, но, когда ты уже прошел более 10 км, то еще 5 км кажется очень внушительным расстоянием. Наш путь пролегал через банановые плантации и апельсиновые рощи. Еда у нас уже закончилась, поэтому мы поднимали желтые или желто-зеленые, спелые и не очень бананы, они были чрезвычайно вкусные. Каждый съел примерно по 5 бананов, а впереди виднелись апельсиновые деревья, конечно, мы подняли апельсины; они оказались тоже чрезвычайно сладкими. Вскоре дорога закончилась, но разве это кого-то волнует? Конечно, мы продолжили движение вперед и таким образом зашли на чей-то огород, в заросли авокадо. Ноги гудели и ужасно болели, особенно после вчерашнего дня, когда мы прошли около 20 км. Подойдя к домикам, мы просто свалились у входа. Далее все как обычно: ужин, блюдо дня, обсуждение увиденного и долгожданный сон.

День 6 (15 марта)

На 15 марта была запланирована поездка на Лимассол. Утро было довольно солнечным, день выдался теплым. Чтобы выехать пораньше, мы не стали завтракать на вилле и взяли еду с собой. Сбор у заказанного автобуса был в 7.00. Дорога заняла около полутора часов. Многие усну-

ли, кто-то смотрел на проносящиеся за окном пейзажи.

Соленое озеро в Лимассоле с розовыми фламинго

Первая остановка была у озера. Вдоль берега тянулась широкая полоса, небогатая растительностью, почва – лёгкий суглинок. Здесь преимущественно росли солянки, встречались окось, козлобородник, лук, горец пшеничный и даже эндемичный вид орхидей – ophryskotschyi. Мы сразу же заметили фламинго, кормящихся на озере. Любопытство заставило нас подойти ближе. Расположившись у кромки воды, мы смогли рассмотреть этих грациозных птиц в бинокль достаточно хорошо: они были белыми, а в полёте показывались ярко-розовые полосы на крыльях, становившиеся чёрными к краям. Помимо фламинго, мы видели и других птиц: хохлатого жаворонка и ласточек. На мелководье удалось поймать и корм фламинго: двух рачков.

Над нашими головами с рёвом пролетали военные самолёты: два транспортных, один истребитель, три бомбардировщика. Поблизости находилась английская военная база.

Озеро имеет интересное происхождение. Считается, что источник – подземные запасы минеральных солей, сохранившиеся с тех времён, когда на этом месте было море. Затем мы прибыли в монастырь святого Георгия. Поблизости располагалось кладбище с надгробиями, по форме напоминающие миниатюрные храмы. Здесь росла старая олива. Было принято решение устроить перекус, после чего мы вернулись в автобус с целью добраться до монастыря святого Николая.

По дороге мы видели кошачий приют. На Кипре вообще много кошек. По легенде, в IV веке на острове случилась засуха, и расплодилось множество змей. Мать Константина Великого, Святая Елена, решила открыть монастырь на Кипре. Узнав о беде местных жителей, она приказала завести на остров тысячу кошек, которые справились со своей задачей: истребили змей. Монастырь святого Николая, в который мы направлялись, также носит имя Кошачьего монастыря. Некоторое время он находился в запустении, но потом его восстановили. Сегодня это действующий женский монастырь, поэтому нас не пустили на территорию. Во дворе мы видели красивый колодец. Можно было погладить местных кошек. Далее мы направились в замок Колосси. Подле него растёт розовое дерево (tipuanatipu), возраст которого составляет около двухсот лет.

Решаем задачи про трехцветных кошек

Дмитрий Александрович прочитал нам интересную лекцию про историю этого места. Замок был построен в XIII веке Гуго I де Лузиньяном. Там обосновались рыцари-

госпитальеры ордена святого Иоанна, которые выращивали сахарный тростник (бывший сахарный завод мы наблюдали неподалёку от замка) и виноград. Некоторое время замком владели тамплиеры. Последняя владелица завещала его Венеции. При внешней угрозе жители окрестных деревень приходили в крепость и находились под её защитой; за это они платили владельцам дань. В XV веке управляющий Луи де Маняк перестроил замок, и он стал таким, каким его можно наблюдать сегодня. Во дворе – остаток сооружений, которые, вероятно, были складами. Донжон представляет собой трёхэтажное квадратное здание из желтого известняка. Пройдя по мосту, мы очутились на втором этаже: он был разделён на два помещения. В первой комнате сохранилась фреска, изображающая распятого Христа, Деву Марию и Святого Иоанна. По хитрым переплетениям винтовых лестниц мы наконец поднялись на крышу, где находится смотровая площадка. Овеваемые солоноватым бризом, продрогшие, но полные энтузиазма, мы наблюдали в бинокли за морскими птицами.

Замок Колосси – средневековый период Кипра

На этом посещение исторических достопримечательностей не закончилось. Мы прибыли на развалины древнего города Куриона. Этот город принадлежал то грекам, то римлянам, то византийцам. Мы пообедали на ступенях развалин амфитеатра, подобно зрителям, смотревшим здесь трагедии и комедии многие века назад. Колоссальное впечатление производят фрагменты сохранившихся мозаик. На одной из них была изображена богиня строительства, также можно было полюбоваться изображениями птиц.

На ступенях амфитеатра г. Куриона

В другой постройке мы видели изображения гладиаторов. Все мозаики были украшены символическими орнаментами: в те времена каждый узор нёс свою смысловую нагрузку: кресты и свастики (солярные знаки), волны и их причудливые объединения, принадлежащие языческим временам. Поразительно, как хорошо сохранился керамический водопровод – в городе была прекрасная система водоснабжения и канализации.

Среди развалин встречались дорические, коринфские и малоазиатские колонны. Пейзаж вокруг был просто изумителен: множество цветов, среди них желтые хризантемы. Девочки нарвали букеты и сплели венки. Мимо промчался спугнутый капский заяц. Из птиц были замечены воробьи, кеклик, фазан, ласточки. Нашли акриду (Дмитрий Александрович сказал, что во время поста монахи питались акридами и мёдом). Эдуард Арташесович поймал двух кольча-

тых сцинков: самца и самку. Обыкновенно эти ящерицы образуют пары. Погуляв по территории древнего города, мы вернулись к автобусу.

Следующей целью был знаменитый пляж Афродиты. Мы были восхищены видом и, забыв о задумчивой сократовской созерцательности, стали активно фотографироваться.

Через полтора часа мы снова были дома и поужинали. В завершение дня небольшая группа желающих отправилась к морю купаться и гулять по окрестностям. Она разделилась на две части: одна осталась на берегу, а другая исследовала близлежащую местность. Возможно, они видели крылана.

Вечером, как и всегда, мы обсудили увиденное за день и отправились спать.

Мозаики

Общий вид на Курион

День 7 (16 марта)

Сегодня нам, наконец, можно было выспаться вдоволь. Однако нашлись желающие пойти рано утром ловить птиц. В 6.00 небольшая группа в сопровождении Эдуарда Арташесовича и Дмитрия Александровича отправилась на склон южной экспозиции южных предгорий Троодоса, где установила сеть для ловли птиц. Дабы не терять времени зря, мы принялись осматривать местность в поисках различных животных. Под камнями нашлись разные гекконы, маленькая агама-гардун, змееголовка. В траве поймали полосатого сцинка, нашли акриду. Тем временем в сеть не попалась ни одна птица. По дороге назад нам встретились крайне вкусные апельсины.

В наши планы входил осмотр Портовой крепости. Первое укрепление в гавани построили византийцы. Она была разрушена землетрясением, а затем восстановлена Лузиньянами в IV веке. Когда власть захватила турецкая армия, венецианцы уничтожили крепость, чтобы она не досталась османам. Впрочем, заняв остров, турки отстроили крепость, нынче она прибывает практически в том же виде, что и при них. В укреплении была тюрьма, хранились оружие и боеприпасы. Она окружена рвом, наполненным морской водой. Англичане, захватив власть, стала использовать крепость под склад для соли. Оказалось, что присутствие англичан можно определить по некоторым элементам архитектуры.

Мы поднялись на крышу крепости, откуда открылся прекрасный вид на море и порт. Оттуда мы заметили и новый вид птиц – чомгу.

На крыше мы поделились на группы и провели остаток дня в праздности и безделии, так как пошли покупать сувениры.

День 8 (17 марта)

17 марта нам предстояла поездка в горы Троодос. Мы собрались у автобуса в 7.15 и взяли с собой завтрак и обед. Необходимо было тепло одеться, так как в горах на высоте 1100 – 1200 м, где нам предстояло оказаться, более чем прохладно. На автобусе мы ехали примерно два часа; водитель дружелюбно приветствовал нас и купил нам конфет. Оказалось, что он из Донбасса. По дороге многие спали, но некоторые из нас наблюдали в окно за тем, как с ростом высоты изменялся и преображался окружающий нас пейзаж.

Свято-Киккский монастырь

Прибыв на место и остановившись у монастыря Киккос, мы решили перекусить, а затем направились в музей монастыря. Надо отметить, что экспонаты были весьма интересны: четыре экспозиции, в каждой из которых было много чего посмотреть. Когда мы были в музее, по гулким залам начали раздаваться поющие мужские голоса. «Это служба», – объяснил Дмитрий Александрович.

Нам довелось увидеть старинные кресты, мощи, иконы, мозаики, монеты, украшения и керамику разных эпох. Некоторое время мы провели в сувенирной лавке музея. Потом осмотрели красивый храм.

Далее мы погрузились в автобус и поехали к экологической тропе. Из окон были видны горные хребты, в которых рождались облака, равнины благоговейно лежали в тумане. На высоте 500 метров было очень холодно. Нас окружал хвойный лес, состоящий из сосен, платанов, кедров и цветочков. Мы пошли по узкой тропе, лежащей между бурной горной рекой и горой. Опять переворачивание камней стало нашим любимым занятием, мы поймали много речных крабов, тарантулов, обнаружили новые для нас виды орхидей. Постепенно мы взбирались на гору. Однако на вершине оказалось, что времени осталось мало, и поэтому было принято решение срезать дорогу. Путь наш лежал прямиком к обрыву. Но это не заставило нас волноваться, ведь по дороге мы слушали пение птиц и наслаждались шумом леса.

Жёлтенький уютный автобус то лихо мчался вперёд, то неуклюже маневрировал, проезжая резкие повороты узкой горной дороги. Вокруг проплывали горные хребты, уже тронутые вечерней усталостью. Вдруг внизу показалось озеро. Его лазурная вода скрывалась за скалистыми склонами, и, вопреки традиции, было решено доехать до него на транспорте. Мы окунулись в жизнь горного городка: нас окружали дома с облупившейся штукатуркой, развешенная на верандах одежда, на улице мы даже повстречали людей – редкое для Кипра явление. Около озера собрали множество новых для нас растений, услышали причудливый голос кеклика. После нашей маленькой прогулки мы снова сели в автобус, который помчал нас в закат.

Итоги

Наша поездка была весьма насыщенной. Все мы, бесспорно, запомним эти дни надолго.

Было увлекательно познакомиться с историей Кипра и своими глазами увидеть потрясающие архитектурные памятники прошедших эпох. Мы выражаем безмерную благодарность Дмитрию Александровичу Быкову, без которого это погружение не было бы полным.

Мы ощутили себя настоящими биологами-полевиками, изучая местную флору и фауну, которая поражала своим разнообразием, забредая туда, куда обычный благоразумный турист точно не пошёл бы, презрев блага цивилизации. Для многих из нас подобный опыт был уникальным, за это мы говорим спасибо Эдуарду Арташесовичу Галояну, и, конечно, Марине Глебовне Сергеевой за такую возможность.

Как школьникам, интересующимся биологией, нам было полезно познать все радости подобной экспедиции, пережить все трудности и насладится всеми прелестями походной жизни, лишний раз убедившись в том, что выбранный путь подходит нам (ну, или подумать об альтернативах).

Сейчас, когда прошло уже более года, воспоминания остаются такими же яркими, самые приятные из них вызывают ностальгию и порой даже пробуждают желание когда-нибудь вернуться на Кипр, а неприятные – определённое удовлетворение (в конце концов, мы с честью прошли через это). По крайней мере, все согласятся, что скучно точно не было.

Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор

Студенческие будни

Экзамен по химии у студентов заочного отделения. Отвечает один студент, так себе. Лектор спрашивает:
– Ну, скажите хоть, что такое химия.
Студент отвечает:
– Это наука о внутренностях.
– О каких внутренностях?! О человеческих что ли?
Студент, уже не так уверенно:
– Нет...
Выходит из аудитории. Через некоторое время заходит другой студент. Лектор:
– Что же такое химия?
– Химия – это наука о внутренностях, но не человеческих!

Заходит декан в лабораторию, где студенты 5-го курса выполняют свои дипломные проекты, стряхивает пепел в раковину, случайно туда же падает и уголек. Вспыхивает столб пламени, на что декан, даже, не повернув головы в сторону раковины, говорит: «Сколько вам, товарищи лоботрясы, повторять – эфир в раковину не сливать!»

Диалог студента и лаборанта:
– У меня колба Вюрца испортилась
– И что с ней такое?
– У нее вюрц отломался...

Сигеев Александр Сергеевич
Кандидат химических наук, старший научный сотрудник химического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, старший научный сотрудник Института элементоорганических соединений Российской академии наук (ИНЭОС РАН).

Все, что нас не убивает, делает нас сильнее? Свинец – незаметный яд и убийца разума

Свинец входит в число семи металлов, с давних времен известных человечеству. Он широко использовался ранее и продолжает использоваться по сей день. Свинец – герой мифов и неотъемлемая часть реальности. Попробуем разобраться, все ли мифы справедливы и какова реальность на самом деле...

Свинец – один из тех металлов, который сопровождал человека с древности. Первые образцы свинцовых изделий – бусины – были датированы примерно шестым тысячелетием до нашей эры. Более сложные изделия появились примерно на три тысячи лет позже – в Египте была найдена фигурка стоящей женщины, сделанная из свинца. Подобный интерес к свинцу в общем неудивителен, его достаточно легко получить из руд, он – металл легкоплавкий и мягкий настолько, что его обрабатывать легче, чем дерево. Еще одним плюсом свинца является его коррозионная стойкость – он без особых проблем выдерживает длительный контакт с водой, почти не окисляется на воздухе, так что он долгое время использовался в качестве конструкционного материала. Одно из самых знаменитых античных сооружений – Парфенон. Когда его начали реставрировать, то обнаружили очень интересную конструктивную особенность – блоки, из которых сложены стены, не скреплены кладкой, по вертикали они соединены железными штырями, а

по горизонтали – двутавровыми скобами, вставлявшимися в специальные пазы в блоках и затем заливавшимися свинцом (рис. 1).

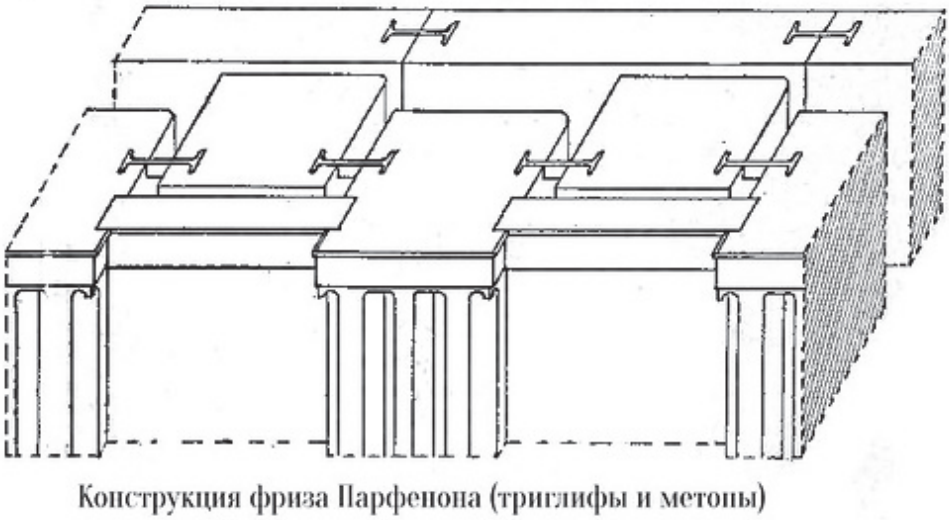


Рис. 1. Горизонтальные связки блоков Парфенона (http://kannelura.info/?p=1441)

Казалось бы, зачем грекам такие сложности? Ведь они прекрасно умели делать мокрую кладку, которая была и прочнее, и надежнее, и давала более жесткую конструкцию. В том-то и проблема, что жесткую. В Греции землетрясения не считаются из ряда вон выходящим событием. Они там случаются регулярно; не слишком сильные, но вполне такие, с которыми стоит считаться. К тому времени, когда греки строили Парфенон, они уже успели убедиться в их разрушительной силе и в том, что жесткая конструкция противостоять им не может. Поэтому конструкция Парфенона стала одной из первых и достаточно успешных попыток создать сейсмостойкое здание. Изначально железные связки свободно ходят в пазах каменных блоков, но после заливки свинцом пазов конструкция приобретает нужную жесткость. В обычной жизни нагрузка на блоки направлена вертикально и конструкции ничего не угрожает, но как только начинается землетрясение, нагрузки начинают сжимать, крутить и растягивать стену. А свинец, которым залиты пазы, как вы помните, мягкий. И почти не препятствует нагрузкам, поэтому блоки приобретают определенную подвижность, которая спасает стену от разрушения.

Мягкость свинца позволяет создать плотное покрытие, а стойкость к воде обеспечит ему долгую жизнь. Очень долгое время свинец использовался как материал для герметизации швов в строительстве. Применение для этой цели свинцовых лент упоминается в кодексе законов Российской империи. Свинец и до сих пор используется с этой целью – если вы посмотрите на постамент памятника, облицованного гранитными плитами, то, скорее всего, увидите там швы, заполненные серым мягким металлом (рис. 2).

Если кромки горизонтальных швов не подрезаны, то в них, иногда, прокладываются свинцовые ленты, ширина которых в обыкновенных строениях должна быть не менее 0,2 фут., а в гидравлических до 1 фут.

Полное собрание законов Российской Империи, Том 41, 1869

Рис. 2. Свинец в межблочных швах (https://hodor.lol/post/155663/)

Рис. 3. Ремонт витража, стеклодувный колледж, Ческа Липа

Свинцовые оправы используются для изготовления и ремонта витражей (рис. 3). Пластичность свинца позволяет плотно состыковать фрагменты стекол.

Из свинца делают оболочку подводных кабелей, трубопроводы для агрессивных жидкостей, облицовку химических реакторов и много других полезных вещей. В Турции, в городе Эскишехир из свинца была сделана крыша мечети Куршунлу (рис. 4), построенной по приказу везира Мустафа-паши в 1525 году. Собственно, по материалу купола мечеть и получила название – с турецкого «Куршунлу» переводится как «свинцовая». Крыша выглядит довольно невзрачно, но сохранилась в большей части со времени постройки мечети.

Рис. 4. Мечеть Куршунлу, Эскишехир, Турция

В общем, на первый взгляд свинец – металл вполне полезный. Но это пока мы не взглянем на его положение в таблице Менделеева. Его ближайшие соседи – ртуть, таллий – совершенно не вызывают желания знакомиться с ними поближе. Да и золото – само по себе металл, безусловно, благородный, но в виде соединений вполне токсично. Висмут... с ним все сложнее. Он тоже ядовит, но из-за сильного гидролиза его соли нерастворимы даже в среде желудочного сока, и он просто не попадает в организм, что позволяет использовать основные соли висмута в качестве средств от язвы желудка. Но если добавить в раствор побольше глицерина, то он образует с ионами висмута прочный растворимый комплекс, и концентрация этого элемента в растворе станет уже достаточной для того, чтобы отравиться. Так что свинцу ничего не остается, кроме как вступить в эту ядовитую компанию и играть там отнюдь не последнюю роль.

Надо сказать, что токсичность соединений свинца была известна достаточно давно, но оставалась некой кантовской «вещью в себе». Мы вроде бы о ней и знаем, но на практике это никак не сказывается. Вопрос об опасности соединений свинца для жизни регулярно возникал, но оставался без значимых последствий до конца XX века, более того, человечество с редкостным упорством не просто игнорировало эту опасность, но и делало все, чтобы соединения свинца попадали в пищу.

Первыми, кто придумал использовать свинец в бытовых целях, были, пожалуй, римляне. Как мини-

мум, они были первыми, кто оставил об этом обширные записи. Да, речь идет о знаменитом римском водопроводе, в котором использовались свинцовые трубы. Пластичность, легкоплавкость и водостойкость свинца позволяла делать практически герметичные трубопроводы длиной до нескольких километров. Римлян это настолько впечатлило, что даже латинское название свинца – Plumbum – происходит от слов «водные работы». Эта же основа сохранилась в английском названии профессии водопроводчика – plumber. Надо сказать, что свинцом активно пользовались для уплотнения стыков водопроводных труб и пломбирования протечек почти до конца XX века. (Да, слово «пломба» имеет то же происхождение.)

Впрочем, когда стали задумываться о токсичности свинца, водопровод объявили одним из главных виновников падения Римской империи. В 1964 году Гилфиллан [1] на основании данных о повышенном содержании свинца в костях римлян предположил, что хроническое отравление свинцом и было одной из причин ослабления государства. Это было вполне рациональным предположением, поскольку свинец нейротоксичен и приводит к дегенерации высшей нервной деятельности, что выливается в повышенное количество психиатрических проблем. Эта идея была поддержана другими историками [2] и вылилась в обширные исследования свинцовых интоксикаций по всему Древнему миру [3 – 5]. Учитывая, что повышенное содержание свинца было обнаружено в первую очередь в останках знатных римлян, то далеко за причинами ходить вроде бы было не нужно. Римский водопровод был устроен так, что вода подавалась в дома избранных граждан – и бедняки к ним не относились. Так что пазл сложился, и водопровод на полвека стал Злодеем, Рушащим Империи. Свинцовые трубы кремлевского водопровода стали виновником не слишком здоровой психики Ивана IV, более известного, как Иван Грозный, и в целом свинец ретроспективно стал виновником множества проблем в истории и его стали выводить из обращения. Но об этом позже, а пока остановимся на водопроводе и попробуем восстановить историческую справедливость.

В принципе, историки не слишком сомневались в роли свинца в истории Римской империи, но вот источник его поступления в организм вызывал дискуссии. Римская империя буквально утопала в свинце, он использовался повсеместно – для изготовления косметики, лекарств, украшений, контейнеров, гробов, монет, медалей. Во времена пика римского могущества в районе от 100 года до нашей эры до 1 года нашей эры добывалось около 80 000 тонн свинца в год, и это был еще один источник загрязнения – при плавке свинца значительное его количество в виде паров попадало в атмосферу. Клэр Паттерсон, американский химик, который определил возраст Земли, называл это самым крупным техногенным загрязнением свинцом окружающей среды до XX века.

Еще одним очевидным источником свинца был свинцовый сахар. Римляне обнаружили, что если хранить вино в свинцовых сосудах, то оно приобретает сладковатый вкус. Сейчас французские виноделы, как главные эксперты, ввели моду на сухие вина, но тогда римлянам никто не мог объяснить, что чем вкус кислее, тем напиток благороднее, так что мы не станем осуждать римлян за то, что они решили сделать свои вина более сладкими. Не слишком удачным был лишь выбор подсластителя, хотя, в отличие от нас,

большого ассортимента таковых у них не было. Мед и различные фруктовые сиропы были дорогими и доступными далеко не всем, до открытия сахара было еще полторы тысячи лет, а сладкого хотелось уже сейчас и всем. Так что римляне поступали следующим образом. Они заливали уксусом мелконарезанный свинец и периодически перемешивали то, что получилось. Свинец – металл малоактивный и, хотя находится до водорода в ряду напряжений, с кислотами с выделением водорода реагирует крайне медленно и неохотно. Зато, лишенный оксидной пленки, растворившейся в уксусной кислоте, он окисляется кислородом воздуха, давая оксид, который снова растворяется в уксусе, и процесс идет, хоть и не слишком быстро, до полного растворения металла. В растворе же получается ацетат свинца – свинцовый сахар. Эти раствором и пользовались дальше для подслащивания вин и другой еды. Поваренные книги римлян того времени содержали более трети рецептов, требующих использования ацетата свинца.

Так что у историков, как было сказано выше, возник резонный вопрос – какой из источников поступления свинца был основным. До последнего времени определить это представлялось невозможным, пока в 2014 году не было обнаружено, что соотношение изотопов свинца в костях немного отличается от такового в осадках сточных вод в Тибре [6].

Тут надо немного отвлечься и разобраться с тем, как устроен римский водопровод. Это было довольно сложное гидротехническое сооружение, построенное так, чтобы водный поток в нем был постоянен и не зависел от времени года. Свинцовые трубы в нем использовались в основном на участке «последней мили» – для разведения воды по домам, так что так что концентрация свинца, вымываемого из труб, в нем была практически постоянна. До запорных кранов, перекрывающих водный поток, римляне не додумались, так что вода у них в жилище текла все время. С точки зрения гидротехники это ограничивало количество точек подключения – иначе не хватило бы напора, для нас же сейчас важен тот момент, что в этой схеме никаких точек застоя и накопления воды не было и концентрация «водопроводного» свинца была постоянна у всех от точки входа в жилище и до сточных вод. Проанализировать древнеримские сточные воды сейчас уже не получится, но осадки от них, в которых накапливался свинец, откладывались на дне Тибра, и соотношение изотопов в них можно определить.

У древних римлян было много разных месторождений свинца, и изотопный состав металла зависел от месторождения. В чем причина этого – мы разберемся чуть позже, пока же это дает нам важный ключ к определению источника свинца. Оказалось, что свинцовые трубы и бытовая утварь, в том числе свинец для получения свинцового сахара, делались из металла с разных месторождений, и изотопный состав был разным. Сопоставление изотопного состава свинца позволило рассчитать основной источник поступления этого элемента в организм. Оказалось, что водопровод вносил весьма небольшой вклад, а основные лавры принадлежат скромному подсластителю – свинцовому сахару, который воистину достоин именоваться «сладкой смертью». В водопроводной же воде, несмотря на свинцовые трубы, содержание этого элемента лишь ненамного превышало современные нормативы.

Интересно, что уже тогда было известно о токсичности свинца. Плиний Старший в первом веке писал, что подслащенное свинцовым саха-

ром вино вызывает паралич рук. Греческий врач Диоскорид заявлял, что свинцовые напитки крайне вредны для нервов. Римский архитектор Витрувий призывал заменить свинцовые трубы водопровода на керамические, полагая, что вода, текущая по свинцовым трубам, не будет здоровой. Тут он, конечно, несколько драматизировал ситуацию, поскольку водопровод, как мы уже выяснили, давал незначительный вклад в хроническую интоксикацию, но общая идея была правильной – от свинца лучше держаться подальше. Увы, как уже говорилось выше, знание о токсичности свинца никак не отражалось на его практическом использовании. Добыча и использование свинца и сопутствующее им загрязнение окружающей среды резко снизились лишь с падением Римской империи.

До X века свинец был интересен по большей части алхимикам, которые считали его prima materia (первичной материей), из которой происходят все элементы, и пытались из него сделать золото и серебро. На удивление, периодически у них это получалось. Впрочем, если посмотреть на историю свинца в геологическом аспекте, то можно заметить, что он долгое время был побочным продуктом добычи серебра. Геохимики знают, что свинец, золото и серебро часто встречаются вместе, и сульфидные руды свинца (рис. 5) часто содержат заметные количества серебра и золота. И наоборот – природные серебро и золото содержат в качестве примеси свинец. Собственно добыча серебра и была одним из основных источников техногенного свинца. Но речь сейчас не об этом, а об алхимиках. Те манипуляции со свинцом, которые они производили по прописям Гермеса Трисмегиста и других авторитетов, неизбежно приводили к концентрированию более высокоплавких и менее активных серебра и золота, что воспринималось как превращение свинца в более ценный металл. Зачастую содержание серебра было столь велико, что некоторые шахты переквалифицировались из свинцовых в серебряные. Чаще всего это происходило в Среднечешском крае, на территории современной Чехии, о чем сложена масса легенд в достаточно однотипном ключе – о доброжелательных к разорившемуся шахтеру подземных силах, которые показывают ему, что из его руды можно добывать не дешевый свинец, а дорогое серебро. И в то же время именно столица Среднечешского края – Прага – была одним из центров средневековой алхимии.

Рис. 5. Галенит (PbS) в Чешском национальном музее (Прага, https://bg.wikipedia.org/wiki/галенит)

Казалось бы с концом Римской империи история свинцового сахара тоже заканчивается, но, увы, про него помнили, и очень хорошо, просто в связи с тем, что Европа того времени была не слишком богата, то использование его было достаточно ограниченным. Активно добавлять свинцовый сахар в вино вновь начали в Германии в XI веке. И жертвы не заставили себя ждать. Если древние римляне пили вино умеренно и излишества в этом вопросе считали неприличными, то через тысячу лет Папы Римские уже не были столь щепетильны. Смерть Папы Климента II в 1047 году была вызвана именно свинцовой интоксикацией из-за активного потребления подслащенного красного вина. Практика использования свинцового сахара была запрещена лишь в 1498 году специальной энцикликой Папы Александра VI, известного больше как Родриго Борджиа. Происходил он из тех самых Борджиа, прославившихся как отравители, и в ядах толк знал, поскольку был вполне достойным представителем семьи.

Рис. 6. Папа Александр VI (https://ru.wikipedia.org/wiki/Александр_VI)

Но даже папское неодобрение не останавливает поклонников шестого смертного греха – чревоугодия. В Европе добавлять свинцовый сахар в вино прекратили лишь в конце XVIII века, причем произошло это в наиболее активно гордящейся своими винодельческими традициями стране – во Франции. Другие страны биваться естественного сладкого вкуса, ну а французам с тех пор, видимо, и пришлось пропагандировать сухие вина.

Впрочем, запрет Папы Римского имел достаточно локальное значение – свинец был повсюду. Если посмотреть на портреты средневековых дам (рис. 7), то можно заметить неес-

шла подчеркнуто бледная кожа, говорившая о том, что ее обладательница не только не занимается физическим трудом, но и на улицу выходит редко. Поскольку далеко не всех женщин природа одарила достаточно бледной кожей, то для достижения идеала приходилось использовать косметику – белила на основе гидроксокарбоната свинца $[Pb(OH)]_2CO_3$. Они были известны еще со времен древнего Рима и вновь возродились в XI – XII веках в Европе. Зачастую их использовали и мужчины с аналогичной целью. Итальянский металлург Ванночио Бирингучио в своей книге «De La Pirotechnia» в 1540 году писал: «Женщины в особенности многим обязаны [белому свинцу], поскольку при искусном обращении он дает некоторую белизну, которая, словно маска, скрывает их очевидную и естественную смуглость и тем самым обманывает простой мужской взор, делая смуглых женщин бледными, а ужасных — если и не красивыми, то хотя бы менее уродливыми». Как вы догадываетесь, полезной для здоровья эту косметику назвать было сложно.

Рис. 7. Портрет Мэри Рэдклифф, Уильям Ларкин, 1610 (http://sophieploeg.blogspot.com/2013/07/style.html)

Впрочем, по сравнению с Римом к тому времени появились и новые источники свинца, соответствующие более высокому уровню развития технологий. В XIV веке в Европе появилось новое, крайне увлекательное развлечение – пробивание дырок в ближнем своем с помощью огнестрельного оружия. Это введения свинца в организм, и большая часть людей, гм... интоксицированных таким образом, погибала до проявления первых признаков отравления, хотя уже тогда хирурги описывали случаи отравления от неизвлеченных свинцовых пуль. Развитие огнестрельного оружия потребовало большого ко-

Европе стали расти пулелитейные заводы. Технология производства в то время была примитивна – расплавленный свинец лили с высоты в несколько метров внутри специальной башни, жидкий металл дробился на капли и застывал. Шарики просеивали, чтобы рассортировать по размерам, и неподходящие добавляли к новой партии жидкого свинца. Как вы догадываетесь, эти заводы были сильнейшим источником свинцовых паров и пыли. Первым, безусловно, доставалось работникам этих предприятий, но и окрестные жители получали изрядную порцию отравы.

Свой вклад в отравление окружающей среды вносили и типографии, где для печати использовали отливаемые свинцовые литеры. Европой дело не ограничивалось, в XVIII веке в США Бенджамин Франклин заметил, что печатники в типографиях страдают от необъяснимого паралича рук; он приписал это отравлению свинцом и стал искать другие подтверждения своей идее. Вскоре он обнаружил, что для очистки рома в Новой Англии используют соли свинца. Этот ром был источником множества жалоб на колики и онемение конечностей при его употреблении. Но как-то регламентировать использование свинца он не успел, роль победителя свинца досталась Клэру Паттерсону, уже упоминавшемуся выше американскому ученому.

К началу XX века вновь сформировался тот безумный парадокс, о котором мы говорили, когда речь шла о Римской империи. С одной стороны, всем уже известно, что свинец ядовит (рис. 8), с другой – его применение в бытовых целях становится все шире и шире. В начале XX века свинцовые краски активно рекламируются как замена обоев, в том числе и в детских комнатах. Голландская фирма «Dutch Boy Lead», ведущий производитель свинцовых красок, выпускала книжки-раскраски для детей с прилагающимися в комплекте свинцовыми красками (рис. 9).

Рис. 8. Флакон для свинцового сахара и этикетка, середина XIX века (VintageMedStock.com)

Рис. 9. Книжки-раскраски от «Dutch Boy Lead», 1923 год (https://hdl.huntington.org/digital/collection/p9539coll1/id/7209)

Рис. 10. Керамическая кастрюля, окрашенная желтой глазурью с оксидом свинца (II)

Более того, соединения свинца снова начинают использовать в контакте с пищевыми продуктами. Оксиды свинца применяют для окрашивания глазури на посуде (рис. 10). Но глазурь зачастую недостаточно стойкая, и если в такой посуде хранить продукты с кислой средой – маринады, уксус и т.п., то свинец экстрагируется в раствор. В 1835 году в американской газете «The Peoples Press» (Пенсильвания) появилась заметка о том, как в Нью-Йорке отравилась свинцом целая семья. Они хранили маринованные огурцы в посуде, покрытой свинцовой глазурью, и в результате концентрация свинца в растворе оказалась достаточной для гибели нескольких человек.

Оксиды свинца использовались и как пищевые красители. Так, оранжевый свинцовый сурик применялся для придания картофельным чипсам приятного оранжевого цвета. В принципе, первая половина XX века отнюдь не славилась техникой безопасности, но даже по меркам того времени отношение к свинцу кажется крайне легкомысленным. Этим дело не ограничилось, на подходе был еще один источник загрязнений, с которым человечество борется уже больше ста лет. На сцену выходит автомобиль.

Когда мы смотрим историческую хронику, то легко заметить, что первые автомобили были тарахтящими и коптящими повозками с весьма сомнительным удовольствием использования. И дело было отнюдь не только в несовершенстве мотора. Когда в 1912 году американский инженер Чарльз Кеттеринг попытался создать тихий двигатель, он столкнулся с тем, что эта проблема не имела чисто инженерного решения. Стук, грохот и неполное сгорание топлива в двигателе, из-за которого и возникала копоть, были следствием детонации – самопроизвольного воспламенения топлива раньше, чем предусмотрено конструкцией.

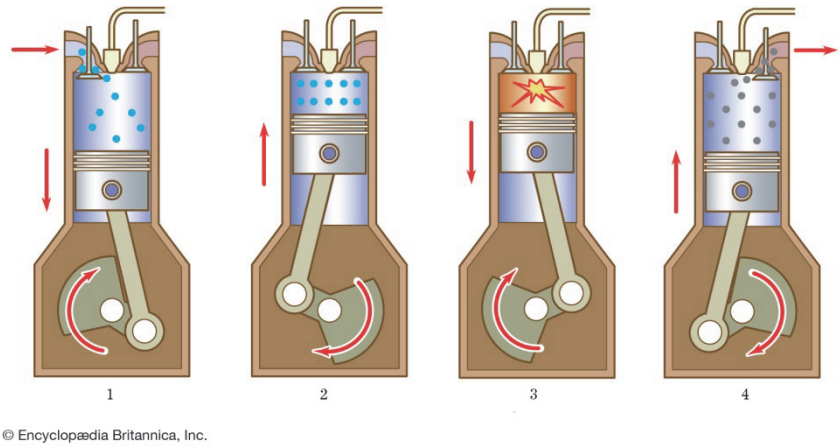


Рис. 11. Работа четырехтактного двигателя (Энциклопедия Британника)

Двигатель внутреннего сгорания устроен следующим образом (рис. 11). На первой стадии происходит подача смеси паров топлива и воздуха в цилиндр (рис. 11, №1), затем происходит сжатие (рис. 11, №2), после достижения максимальной степени сжатия смесь поджигается искрой (рис. 11, №3), и расширяющиеся продукты горения прокручивают кривошипный вал (рис. 11, №4). Так должно быть. Но, увы, всегда есть какие-то нюансы. При быстром сжатии газов выделяется тепло, и температура становится достаточно высокой для самопроизвольного воспламенения. В штатных условиях работы воспламенение происходит именно тогда, когда кривошипный вал находится в правильном положении, и расширяющиеся газы крутят его в нужном направлении. При самопроизвольном воспламенении он не успевает провернуться на нужный угол, и цилиндр не просто работает плохо, он еще и противодействует работе других цилиндров, крутя вал в другую сторону. Плюс к этому при неполном сжатии не достигаются оптимальные условия горения топлива, и двигатель чадит, выбрасывая сажу и недогоревшие остатки бензина.

Победить это явление, изменяя конструкцию двигателя, невозможно. Можно лишь попробовать его использовать, что и сделал примерно в то же время Рудольф Дизель. Впрочем, его двигатели были сложнее, и хороший дизельный двигатель для легковых автомобилей удалось сделать лишь к 70-м годам XX века. Чтобы победить детонацию на бензиновом двигателе, оставалось лишь попробовать улучшить топливо. Этот путь оказался более перспективным.

Для характеристики устойчивости топлива к детонации используется октановое число. В этой шкале н-гептану присвоено октановое число 0, изооктану (2,2,4-триметилпентану) – 100. Октановое число бензина определяют, измеряя его способность к детонации. Оно равно процентному содержанию изооктана в смеси с н-гептаном, которая детонирует в тех же условиях, что и данный образец бензина.

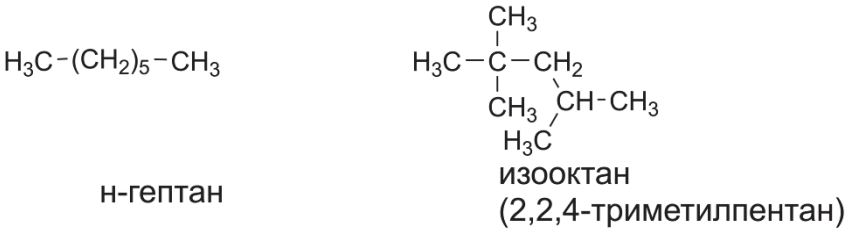


Рис. 12. Изооктан и н-гептан

Сейчас разработка процессов получения высокооктановых топлив – одна из крупных и наукоемких задач органической технологической химии. Раньше же в отсутствии научной базы приходилось заниматься перебором в надежде на то, что случайно попадется подходящее вещество. К решению задачи пришлось идти около 9 лет. Сначала было обнаружено, что органические соединения теллура заметно уменьшают детонацию. Проблемой был запах, даже так – ЗАПАХ. Диметилтеллур, который добавляли в бензин, пах, как стадо козлов, объевшихся чеснока. Запах выхлопных газов был не лучше – соединения теллура въедались в кожу, и избавиться от них было невозможно (рис. 13).

*Рис. 13. (*https://mirandamelcher.wordpress.com/2017/06/17/a-scientist-who-changed-the-world/*)*

Но Томасу Миджли пришла в голову идея, что антидетонационные свойства бензина связаны с молекулярной массой добавки, точнее, элемента, который в ней содержится. Он попробовал добавить в бензин иод – и это сработало: октановое число возросло. Правда получившееся топливо разъедало цилиндры за пару часов, но главной была идея. Значит, нужно найти такое соединение, которое бы содержало максимально тяжелый и при этом недорогой элемент, было растворимо в бензине и не наносило вреда двигателю. О вреде здоровью человека тогда как-то не задумывались. Таким соединением оказался тетраэтилсвинец $Pb(C_2H_5)_4$. Добавка буквально 1 – 2 миллилитров тетраэтилсвинца на литр бензина полностью подавляла детонацию. Это было одно из блестящих инженерных решений – тетраэтилсвинец был очень дешев и легок в производстве и не имел запаха. Его добавление позволяло сделать двигатели мощными и тихими (рис. 14).

Рис. 14. Реклама этилированного бензина 1953 года в журнале Life. (*https://www.flickr.com/photos/dok1/14111752228/*)

Все было бы замечательно, если бы не свинец. Именно он сделал этилированный бензин одним из самых кошмарных решений. Одним из первых пострадавших от тетраэтилсвинца был сам изобретатель – Томас Миджли. Его организм перестал поддерживать постоянную температуру тела, он ощущал резкое снижение интеллекта. В минуты хорошего самочувствия он говорил, что превращается в холоднокровную ящерицу – и по зависимости от температуры окружающей среды, и по уровню интеллекта. Ему потребовалось больше двух лет, чтобы вылечиться от отравления. Но далеко не всем повезло так, как ему. Уже через два года после начала производства бензина двое рабочих погибли и больше десятка сошли с ума в результате отравления тетраэтилсвинцом. Еще через год в Нью-Джерси из-за выброса тетраэтилсвинца в результате аварии на производства погибли пятеро и несколько десятков человек стали инвалидами. Свинец не зря носил титул нейротоксина, просто проявить себя во всей силе было сложно: неорганические соединения свинца ограниченно биодоступны – при попадании в желудок они превращаются в малорастворимый хлорид. Тетраэтилсвинец же всасывается неповрежденной кожей и легко достигает мозга. И не только он сам, но и этилированный бензин становится смертельно опасен.

Достаточно быстро тетраэтилсвинец получил название «сумасшедшего газа». Токсические свойства этого вещества настолько впечатлили военных химиков, что после Второй мировой войны оно рассматривалось в качестве боевого отравляющего вещества. Вдобавок ко всему автомобили на 60 лет стали одним из сильнейших загрязнителей окружающей среды свинцом – на каждые 10 м^3 выхлопных газов в атмосферу выбрасывалось около 6 кг свинца и его соединений. Попытки запретить этилированный бензин начались уже через несколько лет его использования, но к успеху не привели – то ли из-за сильного лобби, то ли из-за недостатка аргументации у его противников.

Итак, перспективы удручающи, мир стремительно несется к очередному кошмарному концу. Этому миру нужен новый супергерой. На его место претендует простой масс-спектроскопист, американский геохимик Клэр Паттерсон... О нем и пойдет речь во второй части статьи.

Литература

1. Gilfillan S.C. Roman Culture and Dysgenic Lead Poisoning // Mankind Q. 1964. Vol. 5. P. 131–148.

2. Boulakia J.D.C. Lead in the Roman World // Am. J. Archaeol. Archaeological Institute of America, 1972. Vol. 76, № 2. P. 139–144.

3. Nriagu J.O. Lead and lead poisoning in antiquity. New York: John Wiley, 1983. 437 p.

4. Lessler M.A. Lead and Lead Poisoning from Antiquity to Modern Times // Ohio J. Sci. 1988. Vol. 88, № 3. P. 78–84.

5. Hernberg S. Lead poisoning in a historical perspective // Am. J. Ind. Med. 2000. Vol. 38, № 3. P. 244–254.

6. Delile H., Blichert-Toft J., Goiran J.-P., Keay S., Albarède F. Lead in ancient Rome's city waters // Proc. Natl. Acad. Sci. 2014. Vol. 111, № 18. P. 6594–6599.

Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор

Будни студентов-медиков: фармакология

– Если бы гомеопатия была действенной, то морской водой давно лечили бы все болезни. Ведь в ней так или иначе побывали все известные и неизвестные лекарства.

– Однако в морской воде побывали также и все известные яды! Убийственный эффект морской воды примерно равен лечащему, в сумме имеем ноль, что легко доказывается на практике!

Психологический эксперимент

Мы преподавателя по психофизиологии загоняли в угол на лекции: договариваетесь, что когда он начинает отходить вправо, то аудитория начинает потихонечку шуметь: ручками пощелкивать, бумажками шелестите, шептаться. Отходит влево – замолкаем. Конец лекции читается из левого угла.

С лекции в мединституте

Лектор: Вы видите заспиртованные образцы легких двух разных людей – курящего и некурящего. Как думаете, какой из этих образцов принадлежит здоровому человеку?

Голос из аудитории: Ни один не принадлежит, легкие здорового человека однозначно находятся у него внутри!

1. По квитанции через Сбербанк

Электронная подписка
Стоимость любого номера в pdf-формате составляет 50 рублей
Вся информация на сайтах
www.potential.org.ru
www.karand.ru

Реквизиты

ООО «Азбука – 2000»
ИНН 7726276058/КПП 772601001
БИК 044525225
Расч. счёт – 40702810338330102512
Корр. счёт – 30101810400000000225
Московский банк ПАО «Сбербанк России»

2. В редакции журнала
115184, г. Москва, Климентовский пер., д. 1/1,
(м. «Третьяковская», «Новокузнецкая»), тел. (495) 787-24-95.

Теперь вы можете читать журнал со своего планшета!

Где можно приобрести журнал?

1. В интернет-магазине Карандаш (www.karand.ru);
2. Купить журнал и оформить онлайн-подписку на журнал можно на сайте sdo.justbrain.ru.

31-я Международная компьютерная школа

Август 2019,
Дубна, Ратмино

ОИЯИ

МКШ — это летняя детская школа, где реализуется подход к образованию, несколько отличный от общепринятой школьной традиции. Мы не даем готовых ответов, как это принято в классической поурочной форме образования, а строим обучение в форме исследовательской работы. В нашей парадигме нет однозначного и определяющего «правильного мнения» учителя — есть руководитель проекта, выступающий в роли *научного руководителя*. Нет однозначного плана и учебника — ход всего проекта определяется исследовательской любознательностью участников.

На МКШ слушатели выбирают тему научной работы (проект) и в течение двух с половиной недель выстраивают исследовательскую работу в выбранном направлении.

Среди проектов физика, химия, математика, биология, робототехника и другие.

Также в программе школы спецкурсы по выбору (углубление и актуализация школьных знаний), массовый спорт, обширная культурная программа.

Детям в возрасте с 7 до 11 лет предлагается специально подготовленная программа из блока проектов различного предметного содержания.

Для участия в МКШ-2019 необходимо
- зарегистрироваться на сайте mksh.ru;
- выполнить квалификационное задание.

Вопросы по адресу: pdshirkov@gmail.com (*Ширков Петр Дмитриевич*).

В следующем номере:

- Замороженные крабы спасают экологию. *Емельянова Е.А.*
- Второй этап Интернет-олимпиады СУНЦ МГУ 2018-19: комплект по химии. *Морозова Н.И., Загорский В.В.*
- Все, что нас не убивает, делает нас сильнее? Клэр Паттерсон – человек, победивший свинец. *Сигеев А.С.*

ПРОГРАММА СПОНСОРСКОЙ ПОМОЩИ ЖУРНАЛУ «ПОТЕНЦИАЛ. ХИМИЯ. БИОЛОГИЯ. МЕДИЦИНА»

Журнал для старшеклассников и учителей «Потенциал. Химия. Биология. Медицина» выпускается на средства выпускников МГУ им. М.В. Ломоносова. В журнале действует Программа спонсорской помощи. Программа допускает поступление финансовой, материальной, информационной и иной помощи журналу. Координирует работу Программы Спонсорский совет, являющийся структурным подразделением журнала. Спонсорами могут быть физические или юридические лица. Спонсорская помощь осуществляется одноразово или на постоянной основе. В последнем случае спонсор входит в Спонсорский совет журнала.Имена спонсоров текущего номера журнала печатаются (при согласии спонсора) в этом же номере. По вопросам оказания спонсорской помощи обращаться в редакцию.

Тел. (495) 787-24-94, (495) 787-24-95
E-mail: potential@potential.org.ru

Наши спонсоры

ISSN 2221-2353

АЗБУКА
Полиграфическая компания
Тел: (985) 768-25-48,
(495) 787-24-95
www.azbukaprint.ru

www.internat.msu.ru