

12+

ISSN 2221-2353

Химия Биология Медицина

ПОТЕНЦИАЛ

Журнал для старшеклассников и учителей

Sapere Aude – Дерзай знать!

Июль-Сентябрь 2019 №3 (73)

Колонка редактора

Химия

Биология

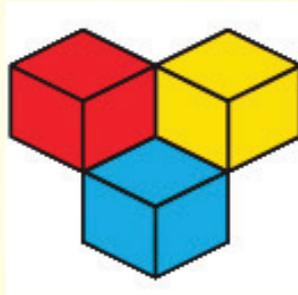
Медицина

**Исследовательская
деятельность**

Олимпиады

Калейдоскоп

В ноябре 2019 г. начинается
ИНТЕРНЕТ-ОЛИМПИАДА СУНЦ МГУ



Олимпиада имеет естественнонаучную направленность и проводится по пяти традиционным предметам: **математике, физике, химии, биологии, информатике**. В олимпиаде может бесплатно участвовать любой школьник с **7 по 10 класс**.

Олимпиада проводится в **три этапа**. Для 9-10 классов 1-й этап начинается с 15 ноября и длится вплоть до 2-го этапа в конце января – начале февраля; 3-й этап состоится в конце февраля. Для 7-8 классов 1-й этап стартует 15 января, 2-й этап проходит в конце марта – начале апреля, 3-й этап в апреле.

На первом и втором этапах проверка работ участников проводится в автоматическом режиме по ответам. **Первый этап** – тренировочный, основная его задача – дать участникам олимпиады освоиться с тестирующей системой. Если кто-то пропустил первый этап – он может начать сразу со второго. **Второй этап** является отборочным. К участию во втором этапе допускаются все желающие. По его итогам определяется список школьников, допущенных на заключительный этап.

Третий этап олимпиады проводится по специальному графику в каждом классе и по каждому предмету в отдельности. Каждый участник заключительного этапа представляет подробные решения предложенных задач отдельно по каждому предмету, загружая их на сайт. Жюри олимпиады проверяет работы этого этапа в ручном режиме. Именно по результатам заключительного этапа определяются **победители и призеры**.

Победители и призеры олимпиады, набравшие по трем предметам сумму баллов выше установленной администрацией Центра дистанционного обучения СУНЦ МГУ, приглашаются в [Заочную школу СУНЦ МГУ](#) без прохождения дополнительного отбора.

Все подробности вы можете посмотреть на странице Интернет-олимпиады СУНЦ МГУ <http://internat.msu.ru/distantsionnoe-obuchenie/internet-olympiad/> и по многочисленным ссылкам с нее. Если у вас останутся вопросы, их можно задать:

- 1) В разделе «обратная связь» [Личного кабинета СУНЦ МГУ](#);
- 2) По электронной почте cdo@internat.msu.ru;
- 3) По телефону +7 (968) 616-29-32.

ПОТЕНЦИАЛ

Химия Биология Медицина

Содержание Июль-Сентябрь № 3 (73) 2019

Колонка редактора

- 2** Читатели и писатели. *Н.И. Морозова*

Химия

- 3** Кремниевый мир. Элемент электроники. *Н.И. Морозова*
8 Замороженные крабы спасают экологию. *Е.А. Емельянова*

Биология

- 13** Борьба за выживание звездчатки средней.
Р.Р. Абрамян
18 Интернет-олимпиада СУНЦ МГУ – 2019. Задачи по биологии второго тура (7-8 классы). *С.М. Глаголев*

Медицина

- 25** Расстройства личности. О границах психического здоровья. *М.Т. Гаглоева*
29 Новый рубеж в терапии рака или Нобелевская премия по физиологии или медицине 2018 года. *Р.М. Табиев*

Олимпиады

- 32** Задачи LXXV Московской олимпиады школьников 2019 г. по химии для 10 класса. *М.А. Марков*
39 Второй этап Интернет-олимпиады СУНЦ МГУ 2018-19: комплект по химии. *Н.И. Морозова, В.В. Загорский*

Исследовательская деятельность

- 45** The whisper of the library *Н.С. Бутакова, С.С. Барсанова*
52 Зачем и как анализировать почву? Можно ли настроить плодородие? Часть 1. *А.А. Никонорова, А.С. Сигеев*

Профильное образование

- 58** Задачи вступительных экзаменов по химии в СУНЦ МГУ в 2019 году. *В.В. Загорский*

Полевая практика

- 60** Дневник участника Комплексной образовательной школьной экспедиции Армения-2019. Часть 1. *В.М. Лямина, У.О. Асташкина, Е.И. Шипигузова, Р.С. Винников, А.В. Токарева*

Эксперимент

- 69** Разжигаем костер... водой. *Н.И. Морозова*

Сквозь время

- 71** Все, что нас не убивает, делает нас сильнее? Клэр Паттерсон - человек, победивший свинец. *А.С. Сигеев*

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 25.10.2019

Усл. печ. л. 5

Формат 70x100 1/16

Заказ № 425

Электронная версия.

ООО «Азбука-2000»

109544, г. Москва, ул. Рабочая, 84

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

ISSN 2221-2353



Колонка редактора



Морозова Наталья Игоревна
Научный редактор журнала

Читатели и писатели

Читатель и писатель кажутся антагонистами. Но при этом писатель всегда является активным читателем, по-другому бывает лишь в анекдотах. Не читая художественных произведений, нельзя овладеть литературным языком; не следя за новостями, не понять, что актуально для людей в мире; не изучая научную литературу, невозможно заниматься популяризацией науки.

Однако читатель часто занимает пассивную позицию и быть писателем не стремится. Почему? В оправданиях лидируют два аргумента.

«Я не умею писать». Стоит заметить, что в нежном детстве Л.Н. Толстой тоже не умел писать. И великий мастер «научпопа» А. Азимов писать не с рождения научился. Это умение приобретается постоянной практикой и оттачивается в обратной связи с первыми читателями – родителями, друзьями, коллегами. И, конечно, надо повышать свою грамотность и обогащать языковой запас, а для этого много читать – причем не интернет, а лучше всего старые советские книги, в которые вложен качественный труд редакторов и корректоров.

«Я же не ученый, о чем я могу написать?» Кого-то мы порадуем, а кого-то огорчим: нет прямой связи между ученой степенью и способностью писать в научно-популярном жанре. Некоторые серьезные ученые и лекции-то студентам неинтересно читают! (Что, впрочем, не умаляет их достижений в сугубо научной области). И наоборот, совсем юные исследователи могут с воодушевлением преподнести результаты своих изысканий, и не так уж редко из этого порыва после вдумчивой работы с редакторами выкристаллизовываются увлекательные тексты. В нашем журнале печатаются и «доценты с кандидатами» (так, среди авторов этого номера – д.п.н. В.В. Загорский, к.х.н. А.С. Сигеев, к.б.н. С.М. Глаголев), и молодые преподаватели (М.А. Марков), и студенты, и даже школьники.

Дорогие читатели! Если вам есть о чем рассказать, присоединяйтесь к нам – писателям. Пусть ваша заметка будет небольшой, главное – интересной. Ждем идей от новых авторов на cdo@internat.msu.ru, в теме письма указать «Потенциал ХБМ».

ХИМИЯ



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. Элемент электроники

Кремний – второй по распространенности элемент на Земле (после кислорода). В основном кремниевые породы, минералы и материалы содержат кремний в виде SiO_2 или силикатов, о чем мы писали в № 1-2 за 2019 год. Но иногда требуется элементарный кремний. Для чего? И как его получить?

Простые вещества углерода можно найти в природе: это алмаз, графит; даже карбин обнаружили в виде минерала чаоита. А встречается ли самородный кремний? Почти никогда. Самородный кремний даже редким минералом не назовешь, отмечены лишь отдельные факты обнаружения его мельчайших включений – например, в породах Горячегогорского массива, в Кольской сверхглубокой скважине, в вулка-

нических фумаролах на Камчатке, в метеоритах.

Тем не менее элементарный кремний необходим разным отраслям промышленности. Он входит в состав некоторых сплавов, используется при выплавке чугуна и сталей, в производстве микросхем, солнечных батарей, зеркал газовых лазеров и др. Как же извлечь кремний из тех прочнейших соединений, в которых он существует в природе?

Как получить кремний?

Это действительно нелегко. Надо расплавить оксид кремния и восстановить его коксом. Для этого необходима температура около 1800°C . Процесс проводят в дуговой электропечи (рис. 1). Это выпуклый металлической

кожух, облицованный трехслойной огнеупорной кладкой. Выход печи на рабочую температуру при запуске осуществляется около 2 недель, поэтому производство не останавливается ни на ночь, ни на праздники.



Рис. 1. Дуговая электротепелка для выплавки кремния на заводе *Silicium Kazakhstan* (https://s00.yaplakal.com/pics/pics_original/3/2/4/312423.jpg)

Полученный таким образом кремний имеет квалификацию «технический», его чистота 98-99 %, в самом лучшем случае может достигать 99,9 %. Основные примеси – это углерод, с помощью которого проводилось восстановление, и металлы.

Технический кремний можно применять в металлургии и производстве бетона (в некоторые марки бетона добавляется кремниевая пыль), но для электроники он совершенно непригоден. Так что встает проблема его очистки.

Как очистить кремний?

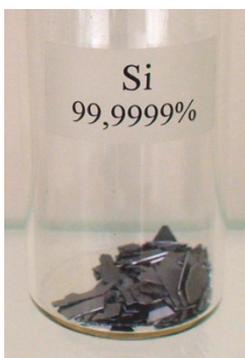


Рис. 2. Поликристаллический кремний

Если само получение кремния практически экологично и безотходно, то его очистка – весьма грязный процесс. Кремний превращают в дихлорсилан или трихлорсилан. Хлорсиланы токсичны, попадание на кожу даже небольших капелек трихлорсилана приводит к болезненным и плохо заживающим химическим ожогам. Дихлорсилан – самовоспла-

меняющийся газ. Зато хлорсиланы легко перегоняют в больших ректификационных колоннах, отделяя таким образом кремний от примесей. Затем хлорсиланы восстанавливают водородом либо разлагают их нагреванием. В результате получается так называемый поликристаллический кремний (рис. 2), где концентрация примесей не превышает десятитысячной доли процента (чистота 99,9999 %, «6 девяток»).

Достаточно ли такой чистоты? Смотря для чего. Для производства фотоэлементов и солнечных батарей – вполне. Но микросхема из такого кремния не получится. Для этого необходимо, чтобы содержание примесных атомов не превышало 1 на миллиард (чистота 99,9999999 %, «9 девяток»). Значит, кремний нужно очищать дальше!

Наиболее чистый кремний получается при зонной плавке. Впервые

этот метод был предложен в 1952 г. американским ученым Уильямом Гарднером Пфанном. Зонная плавка применяется в двух вариантах: либо брусок кремния медленно протягивается через кольцевую печь, либо вдоль бруска нагрелно перемещают спиральный нагреватель. Сущность их одна: расплавленная зона перемещается от начала бруска к его концу (рис. 3). При этом, во-первых, формируется монокристаллическая структура, а во-вторых, изменяется распределение примесей в бруске. Одни примеси концентрируются в расплаве и перемещаются с ним к концу бруска. Другие концентрируются в твердой фазе и остаются за движущейся зоной расплава, при неоднократном повторении процесса они перемещаются к началу бруска. Средняя часть бруска получается наиболее чистой, ее вырезают и используют. Начало и конец, разумеется, тоже не выбрасывают, а используют для производств, предъявляющих меньшие требования к чистоте кремния.

Скорость очистки вещества зонной плавкой определяется скоростью диффузии примеси. Поэтому, к сожалению, этот способ очистки не подходит для крупных деталей. Диаметр бруска на сегодняшний день не превышает 15 см, а получение таким способом монокристаллов диаметром более 20 см считается невозможным при нынешнем уровне развития технологий. Зато при зонной плавке не обязательно использовать тигель или контейнер, в связи с чем исключается загрязнение кристалла материалом контейнера.

Другой способ получения монокристаллов – метод Чохральского – представляет собой вытягивание кристалла вверх от свободной по-

верхности большого объема расплава. Начало кристаллизации инициируют контактом затравочного кристалла с расплавом. Польский химик Ян Чохральский открыл свой знаменитый метод в 1916 году. Считается, что идея посетила его, когда он случайно уронил свою ручку в тигель с расплавленным оловом. Вытягивая ручку из тигля, он обнаружил, что вслед за металлическим пером тянется тонкая нить застывшего олова. Это олово имело монокристаллическую структуру.



Рис. 3. Схема зонной плавки

Для равномерного распределения температуры по объему расплава затравочный кристалл и нарастающий на нем монокристалл вращают. Вращение приводит к появлению на поверхности слитка неглубокой винтовой нарезки (рис. 4).



Рис. 4. Монокристаллический кремний, полученный методом Чохральского

Расплав находится в тигле (контейнере), частицы которого могут вносить загрязнения, поэтому качество образующегося монокристалла – «болванки» – не всегда укладывается в чистоту «9 девяток». Но у метода Чохральского есть свои пре-

имущества перед зонной плавкой. Во-первых, с его помощью можно получать довольно большие «болванки» – около 100 кг весом, некоторые «болванки» бывают выше полутора метров, а в диаметре достигают 30 см. А во-вторых, он просто дешевле.

Что происходит дальше?

Разумеется, дальнейшая работа со сверхчистым кремнием проходит в сверхчистых условиях. Завод, где обрабатывается кремний чистотой в «9 девяток», похож скорее на боль-

ницу (рис. 5): атмосфера без пыли, стерильные костюмы и маски... А как же иначе? Очистить кремний трудно, а загрязнить – проще простого, и стараться не надо.



Рис. 5. Один из заводов Intel (http://www.mycomp.com.ua/issue/13_235/18-19/busybay.jpg)

И в этих стерильных «операционных» брусках или «болванку» распиливают на тонкие диски – подложки, или «вафли» (от слова «wafers»). Подложки полируют, пока их поверхность не достигнет

зеркально гладкого состояния. Затем на «вафлю» наносят фоточувствительный слой и облучают ультрафиолетом через трафарет, так что на поверхности получается микрорисунок структуры будущего

процессора. Благодаря использованию фокусирующих линз этот рисунок гораздо меньше, чем размер трафарета.

Области фоточувствительного материала подложки, которые подверглись облучению, становятся растворимыми в специальной жидкости. После их смывания открыв-

шиеся участки поверхности вытравляют, формируя объемную структуру, а потом удаляют остатки фоточувствительного слоя.

В готовой интегральной микросхеме кремниевый кристалл помещен на пластиковую или керамическую основу с присоединенными к ней тоненькими проводами (рис. 6).

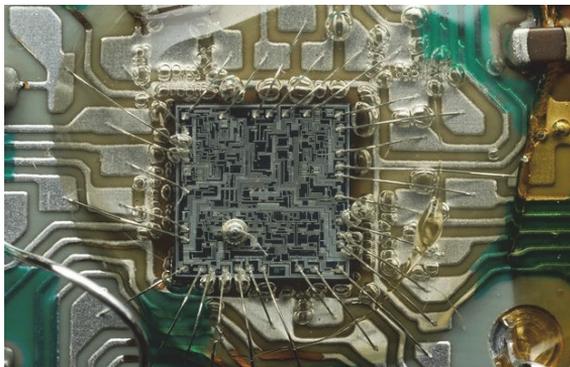


Рис. 6. Микрофотография микросхемы (http://pascom.ru/wp-content/uploads/2015/02/integralnye-shemy_1-624x405.jpeg)

Кремниевая жизнь?

Кремний – практически монополист неорганического мира, так же как углерод – царь органики. Но кремний – аналог углерода. Многим фантастам это не дает покоя. Можно ли построить жизнь на основе производных кремния?

Размер атома кремния (0,134 нм) существенно больше, чем у атома углерода (0,077 нм). К чему это приводит? Одинарные связи у кремния слабее, но ненамного: энергия связи С-С в C_2H_6 составляет 369 кДж/моль, энергия связи Si-Si в Si_2H_6 344 кДж/моль. Это подтверждается образованием довольно длинных цепей силанов и хлорпроизводных. Правда, силаны самовозгораются, но в бескислородной атмосфере они могли бы существовать. А хлорпро-

изводные гидролизуются, но без влаги они были бы устойчивы.

А вот для двухатомных частиц, где связи двойные, видна огромная разница: энергия связи в C_2 605 кДж/моль, а в Si_2 всего 311 кДж/моль. Большой радиус атома кремния не дает образовать устойчивую π -связь. Силены и силины крайне нестабильны. И, конечно, никаких ароматических структур и их более сложных производных. Т. е., несмотря на формальное сходство электронного строения, валентные возможности у кремния гораздо беднее. Это не основание говорить жесткое «нет», но вполне достаточно, чтобы сказать: жизнь на основе кремния крайне маловероятна.



Емельянова Елизавета Алексеевна

Выпускница 11 биологического класса СУНЦ МГУ.

Научный руководитель: инженер-исследователь ИНЭОС РАН Звукова Наталья Дмитриевна

Замороженные крабы спасают ЭКОЛОГИЮ

Статья расскажет о необычных пористых материалах на основе хитозана – производного хитина, полученных в ИНЭОС РАН, и об изучении их способности поглощать тяжелые ионы.

Вы можете не поверить своим глазам, но именно так и есть. Крабы, а точнее хитин, добываемый из панцирей ракообразных, скелетных пластинок каракатиц и биомассы некоторых грибов (рис. 1, 2), помогут спасти экологию.



Рис. 1. Микрофотографии чешуек хитина (<http://cosmetic.ua>)

Хитин – природное соединение из группы азотсодержащих полисахаридов. По своей структуре он близок к целлюлозе и только ей уступает по распространенности в природе. Нам интересно его производное –

хитозан (рис. 3). Хитозан является нетоксичным, биоразлагаемым и биосовместимым полимером. Наличие в его составе аминогрупп обеспечивает возможность образования комплексов с ионами тяжелых металлов. Именно это свойство поможет спасти экологию.



Рис. 2. Организмы, из которых добывается хитин (<https://foodandhealth.ru>)

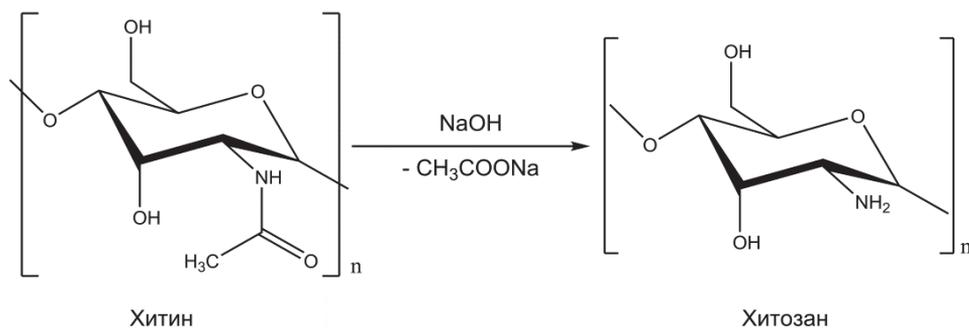


Рис. 3. Получение хитозана из хитина

В век расцвета промышленности и технологий проблема загрязнения воды ионами тяжелых металлов особенно актуальна, ведь они негативно влияют на состояние человека: может проявляться боль по всему телу, недомогание, жар, желтуха, апатия и другие неприятные симптомы (рис. 4).



Рис. 4. Болезнь
(<https://www.b17.ru>)

В настоящее время самым распространенным сорбентом является активированный уголь (рис. 5), однако его эффективность мала. В связи с этим ученые ищут новые сорбенты, которые были бы более эффективны. Наиболее перспективным считают полимерные сорбенты и композиты на их основе.

На основе хитозана создается огромное множество различных материалов: пленки, волокна, смеси, гид-

рогели и множество других материалов.



Рис. 5. Угольный фильтр
(<https://byreniepro.ru>)

Особый интерес представляют криоструктураты на его основе (рис. 6), так как они просты в получении и имеют уникальную пористую структуру.



Рис. 6. Криоструктурат на основе хитозана



Криоструктурат – полимерный материал, полученный в результате криообработки не способной к желированию системы с последующей стадией перевода макропористого каркаса в нерастворимое состояние. Для формирования материалов используется метод криоструктурирования, в котором на первом этапе путем замораживания растворов

ацетата хитозана при -20°C с последующей лиофилизацией¹ формируется криоструктурированный полимерный каркас (рис. 7, 8), а затем он переводится в нерастворимое состояние переводом солевой формы хитозана в форму хитозан-основания. Перевод в основную форму осуществляется с помощью спиртового раствора водного аммиака (рис. 9).

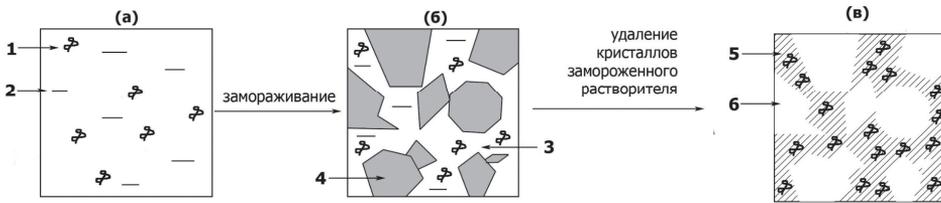


Рис. 7. Схема формирования криоструктурата (а – исходный образец; б – образец после заморозки; в – криоструктурат; 1 – полимерный предшественник; 2 – растворитель; 3 – НЖМФ; 4 – поликристаллы замерзшего растворителя; 5 – полимерная сетка; 6 – макропора)

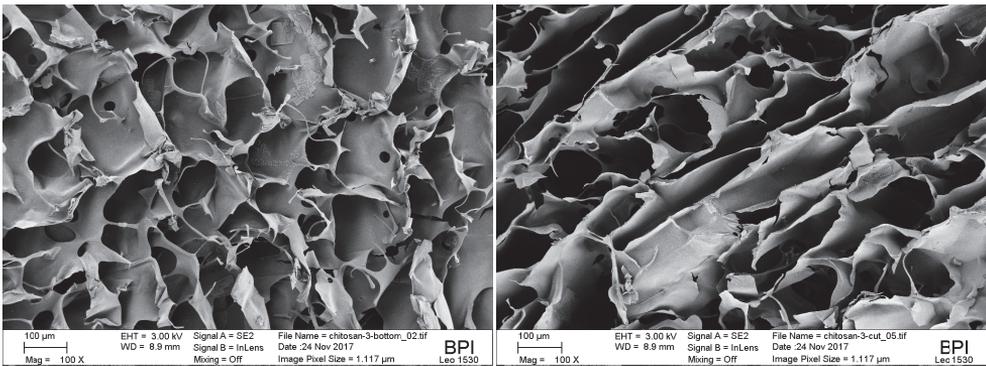


Рис. 8. Микрофотографии хитозановых криоструктуратов

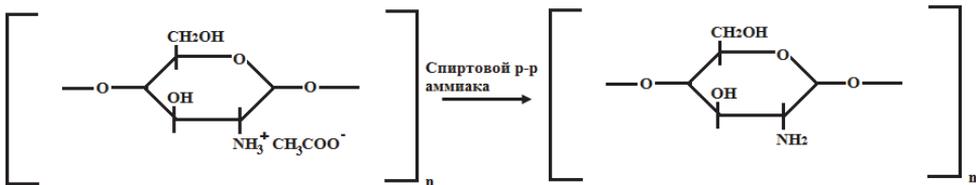


Рис. 9. Перевод хитозана в основную форму

¹ Лيوфилизация – способ сушки веществ, при котором высушиваемый препарат замораживается, а потом помещается в вакуумную камеру, где происходит возгонка растворителя.

NH_2 -группа хитозана имеет неподеленную электронную пару и способна координироваться с ионами тяжелых металлов. Предполагается, что координация с ионами тяжелых металлов может быть мостиковая или маятниковая (рис. 10).

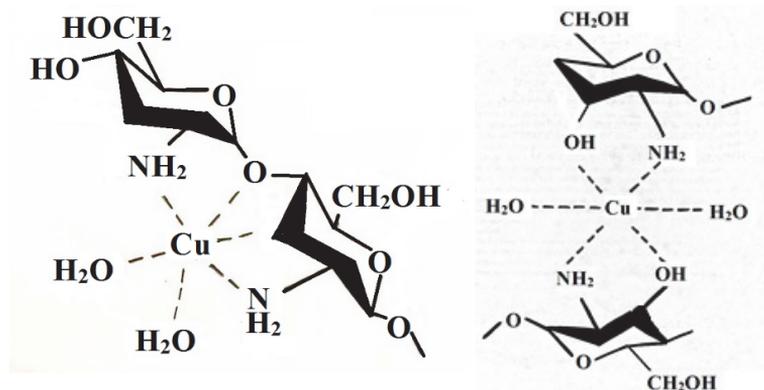


Рис. 10. Координация с ионами тяжелых металлов² на примере иона Cu^{2+}

Как же определить эффективность криоструктуратов?

Для этого стоит воспользоваться методом спектрофотометрии. Были определены длины волн, при которых наблюдаются максимумы по-

глощения для водных растворов исследуемых солей тяжелых металлов – наиболее распространенных металлов в сточных водах: для ионов меди 800 нм, кобальта 500 нм, никеля 400 нм (рис. 11).

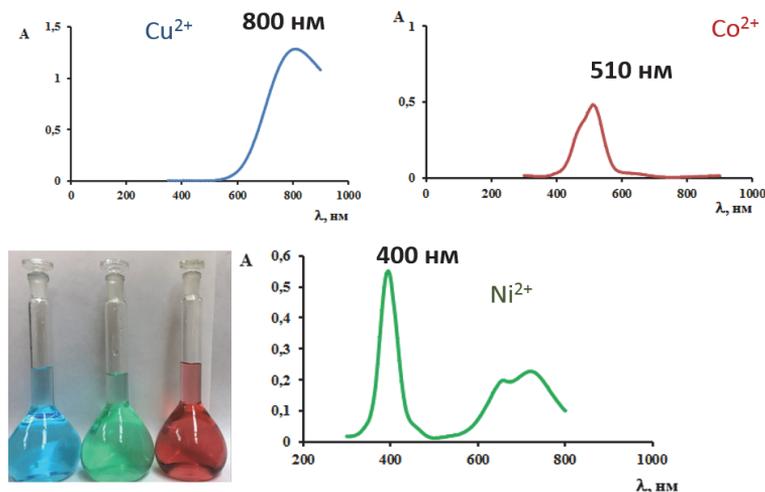


Рис. 11. Максимумы поглощения света растворами солей

Были построены градуировочные графики, по которым мы определили молярные коэффициенты светопоглощения: для меди 5,68; для кобальта

4,40; для никеля 5,75 (рис. 12). Эти коэффициенты характеризуют, насколько сильно химическое вещество поглощает свет на заданной длине волны.

² С.Ю. Братская, А.В. Пестова. Хелатирующие производные хитозана. Владивосток: Дальнаука, 2016. – 232 с.

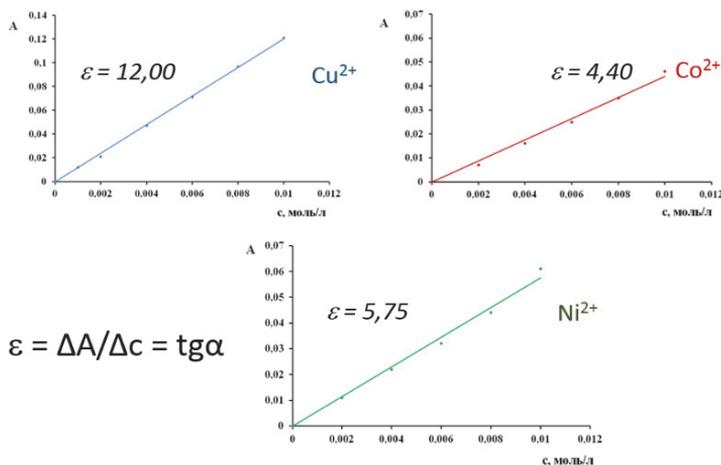


Рис. 12. Градуировочные графики для определения коэффициента светопоглощения

Далее, чтобы наконец-то понять, можем ли мы заменить угольные фильтры на что-то новое, нам требовалось определить сорбционную емкость, т. е. массу вещества, которая может быть адсорбирована нашими образцами. Для определения сорбционной емкости мы воспользовались формулами:

$$A_x = \Delta c_x \times V / m,$$

$$\Delta c_x = (A_1 - A_2) / \varepsilon,$$

где Δc_x – изменение концентрации раствора после сорбции, V – объем раствора, в который погружали сорбент, m – масса сорбента, ε – коэффициент светопоглощения, A_1 – поглощение света раствором до сорбции, A_2 – поглощение света раствором после сорбции (рис. 13).

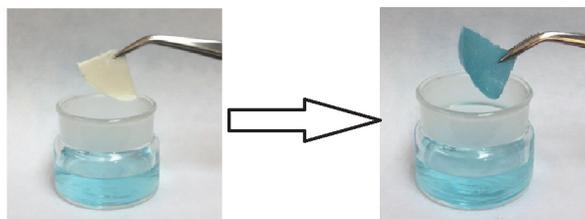


Рис. 13. Сорбент до и после поглощения ионов тяжелых металлов

С помощью полученных данных были определены величины сорбционной емкости хитозановых структуратов: для меди 11,6 ммоль/г; для кобальта 0 ммоль/г, т. е. сорбция ионов кобальта на данном сорбенте не наблюдалась; для никеля 1,04 ммоль/г. Таким образом, наши сорбенты оказались эффективны не для всех ионов тяжелых металлов,

но для некоторых (в частности, ионов меди) они оказались даже лучшими сорбентами, чем активированный уголь. Выходит, что крабы действительно могут помочь нам в борьбе за окружающую среду, но пока только в перспективе и не во всех случаях. Наука не стоит на месте, кто знает, может быть, найдется и другой способ спасти мир?..

Биология



Абраамян Рима Рубеновна

Ученица 8 класса МБОУ ДО «ДЮЦКО «Галактика» г. Калуги. Научный руководитель: Антонова Лидия Игоревна, педагог дополнительного образования МБОУ ДО «ДЮЦКО «Галактика» г. Калуги

Борьба за выживание звездчатки средней

С ранней весны до поздней осени на приусадебных встречается небольшое растение, которое в народе называют мокрицей. Для кого-то это трава является сорняком, а для кого-то лекарством. Но если на участке появилась мокрица, то попрощаться с ней будет весьма и весьма проблематично.

Что же помогает звездчатке средней в борьбе за существование? Какие адаптации способствуют распространению, и какие аграрные приемы помогут уменьшить количество этого растения на приусадебном участке?

Мокрица или звездчатка средняя (лат. *Stellaria media*) относится к семейству Гвоздичные. Мокрица – это эфемер, то есть живет около 4-х недель, после чего погибает, но высокая способность к репродукции не дает ей исчезнуть полностью.

У мокрицы имеется ряд морфологических и физиологических приспособлений, которые помогают ей в борьбе за существование. И вот только некоторые:

1. Опущение листьев и побегов. Это способствует удержанию тепла, выделяемого растением при фотосинтезе.

2. Небольшие размеры. Благодаря этому зимой звездчатка оказывается под двумя слоями защиты (листовой опад и снежный покров), и таким образом растения получают дополнительный (хотя и небольшой) приток тепла из почвы.

3. Углубление точки роста. Это ещё одна из особенностей роста, помогающих растению преодолевать действие холода.

4. Повышение концентрации клеточного сока за счет растворимых углеводов (крахмал превращается в растворимые сахара).

5. Клейстогамия (от греч. kleistos – запертый и gamos – брак), самоопыление и самооплодотворение у растений, происходящее в нераскрывающихся, так называемых клейстогамных, цветках, следовательно, пыльцой, развившейся в том же цветке.

Мы решили изучить адаптации звездчатки средней к условиям существования на территории НСП МБОУДО ДЮЦКО «Галактика» в микрорайоне Куровской.

Для того чтобы понять, как влияют условия (освещенность, количество органических веществ в почве) на рост, развитие, плодоношение и всхожесть семян звездчатки средней, было решено произвести измерения следующих показателей: длина корневой системы, состояние, длина листовой пластинки и ширина листовой пластинки, цвет листовой пластинки, количество побегов в зависимости от условий произрастания. Обращали внимание на количество побегов с придаточными корнями. Также определяли энергию прорастания, всхожесть и силу роста семян звездчатки средней трех категорий: 1) семена незрелые, белого цвета,

2) семена средней спелости (рыжие), 3) спелые семена (чёрные).

Работы проводились на участке площадью 0,28 га. На территории дома творчества расположены два здания: двухэтажное здание учебного корпуса (площадь – 0,05 га) и сарай. Участок огорожен металлическим и железобетонным забором. С 1950 года данная территория принадлежала детским яслям посёлка Куровской, с 1992 года является территорией МКОУ ДО ДХТД, а ныне НСП ДЮЦКО¹ «Галактика» г. Калуга. Участок расположен в южной части микрорайона Куровской (улица Мира, дом 7а). На север от него находится река Угра на расстоянии 1,5 км и Колышовский лес в 1 км, на юг – Никольский лес в 1,3 км. Участок удален от трассы МЗ на запад на 0,8 км, от трассы Калуга – Куровской на юг на 0,3 км, от технической зоны на юго-запад на 1 км. Рельеф участка ровный, есть небольшие неровности, которые образовались в результате ремонта теплотрассы. Состав почвы в местах произрастания травы звездчатка средняя – лёгкий и средний суглинков, pH = 5,5. Кошение территории проводится не реже 2 – 3 раз за сезон.

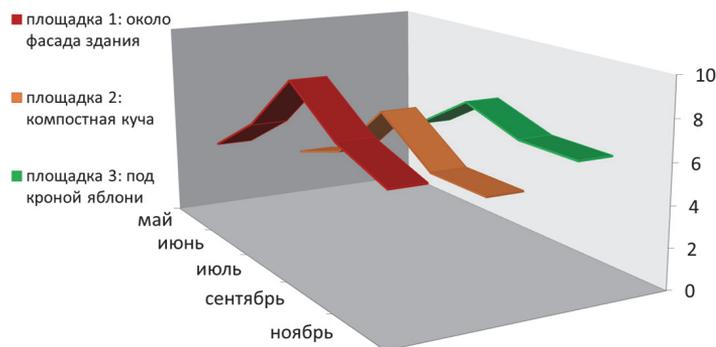


Рис. 1. Изменение нарастания вегетативной массы

¹ МКОУ ДО ДХТД – муниципальное казенное образовательное учреждение дополнительного образования «Дом художественного творчества детей»; НСП – неструктурное подразделение.

В результате проведенных исследований мы выяснили, что с мая по июль сначала идет нарастание вегетативной массы (рис. 1), а ближе к ноябрю она хоть и незначительно, но уменьшается (в среднем на 11,7 %). У растений звездчатки, произрастающих на компостной куче (избыток азота), эти изменения выражены меньше (9 %). Около фундамента здания уменьшение вегетативной массы составило 15 %, в то время как на участке рядом с яблоней (частичное затенение) всего 11 %.

Цветущие экземпляры мокрицы можно обнаружить уже в начале мая, это говорит о том, что растения благополучно прошли зимовку и сразу после таяния снега вступили в стадию цветения. Больше всего нас удивил факт наличия на растениях семян в начале мая: пусть в небольшом количестве и недозрелые (белые), но они были.

В конце октября – начале ноября встречаются растения *Stellaria media* с бутонами и семенами, причем цветков истинных (раскрытых) не замечено. Наличие семян в нераскрывшихся цветках подтверждает факт клейстогамии (самооплодотворение у растений, происходящее в нераскрывающихся цветках).

От основного стебля растения отходит от 3 до 5 побегов второго порядка, которые со временем полегают и вместе соприкосновения с почвой образуют придаточные корни, способствующие разрастанию звездчатки средней. В тени побегов второго порядка образуется больше, и «куртинки» *Stellaria media* выглядят более сочными и нежными.

Все собранные экземпляры мокрицы мы подсушивали на воздухе (в емкости). На дне кюветы были обнаружены семена различной окраски от белой, кремовой и заканчивая темно-коричневой. Мы решили выяснить, все ли семена имеют одинаковую всхожесть и энергию прорастания.

С этой целью мы провели ряд опытов по проращиванию семян различной окраски в разных условиях, и выяснили что энергия роста, всхожесть и сила роста выше у свежесобранных белых семян. Следовательно, уже на ранней стадии созревания семена способны к воспроизведению вида. Если свежие белые семена заморозить в течение суток, то их всхожесть и энергия прорастания резко снижаются и составляют 42 и 38 % соответственно, значит, они не предназначены для перезимовки (рис. 2).

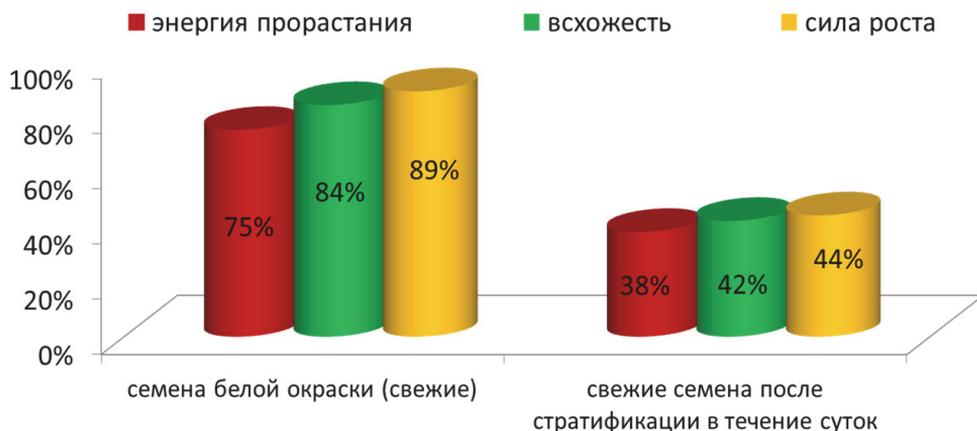


Рис. 2. Энергия прорастания, всхожесть и сила роста свежесобранных семян

Разница между зрелыми семенами и семенами кремовой окраски незначительна и составляет не более 3 % по энергии прорастания и всхожести семян (рис. 3). На наш взгляд, это свя-

зано с более плотной оболочкой семени, а значит, воспроизведение мокрицы из такого материала будет более растянуто во времени (в земле такие семена могут жить от 5 до 20 лет).

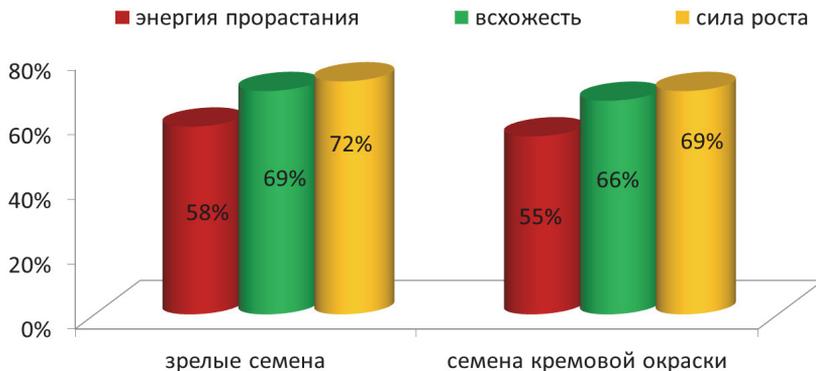


Рис. 3. Энергия прорастания, всхожесть и сила роста семян звездчатки средней

Имея данные по энергии прорастания и всхожести, мы определили зрелость семян. Разница между энергией прорастания и всхожестью у свежих (белых) семян составляет 9 %, это говорит о том, что семена дозревшие и способны к прорастанию. У семян же кремовой окраски и зрелых полностью (коричневой окраски разных оттенков) разница составляет 11 %, а значит, они являются физиологически недозревшими. Будучи морфологически зрелыми, они, тем не менее, физиологически незрелы и приобретают полную способность к прорастанию после хранения.

Итак, при анализе данных по всхожести и прорастанию семян мы выявили следующие адаптации мокрицы: 1) Семена звездчатки средней, имеющие белую окраску, способны давать новое поколение в этот же год. 2) Семена, на первый взгляд спелые, являются физиологически незрелыми и приобретают полную способность к прорастанию после периода покоя. Они предна-

значены для возобновления мокрицы в последующие годы.

Наши наблюдения подтвердили, что семена *Stellaria media* способны к клейстогамии, то есть самоопылению и самоплодотворению, происходящему в нераскрывающихся цветках (весна и осень). Побегов мокрицы сочные и при соприкосновении с землей способны образовывать придаточные корни. Если, проводя прополку вручную, обрывать только зеленую массу, то уже через неделю – на этом же месте вы снова увидите зелёный «ковёр».

Мокрица – это не только сорняк, но ещё настоящая кладовая полезных веществ. Звездчатка средняя может стать прекрасным удобрением, так как легко перегнивает в компосте, но чтобы предотвратить прорастание сохранившихся семян, этот компост необходимо выдержать в течение трёх лет. Кроме того, эта сочная травка является хорошим кормом для домашних животных (морские свинки, кролики, сухопутные черепахи и др.).

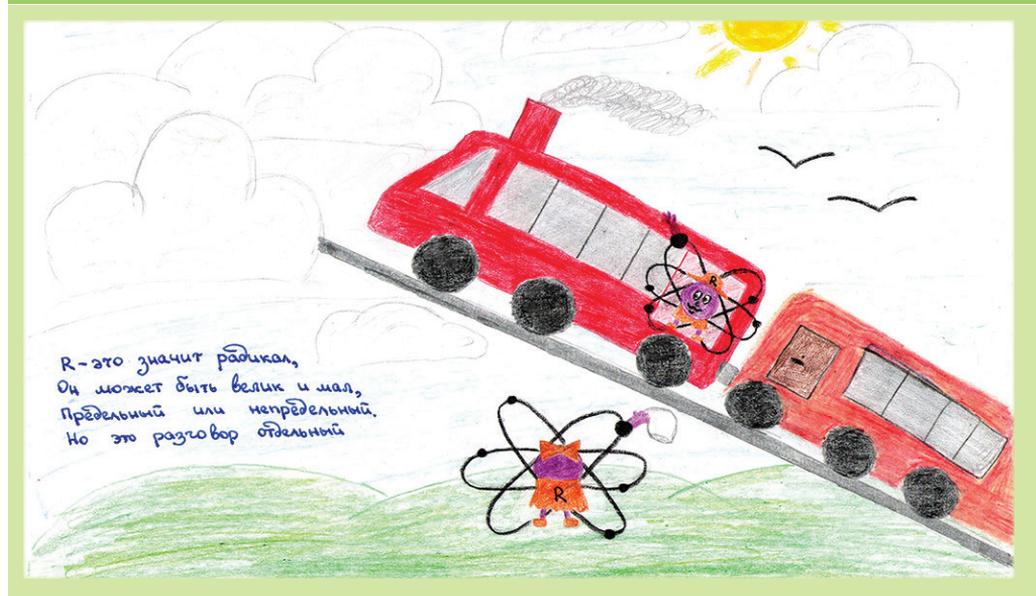
Литература

1. Всё о цветах лесов, полей и рек. Атлас определитель. – СПб: ООО «СЗКЭО», 2008. – 224 с.
2. Исследование химического состава и фармакологической активности звездчатки средней. http://perviydoc.ru/v10044/новицкий_в.в._огородова_л.м._ред._материалы_всероссийской_67-ой_итоговой_студенческой_научной_конференции_им._н.и._пирогова
3. Иванов Е.С., Авдеева Н.В., Кременецкая Т.В., Золотов Г.В. Методы экологических исследований: практикум. – Рязань: Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина, 2011. – 404 с.
4. Определение витаминов в траве звездчатка средняя. <https://elibrary.ru/item.asp?id=17774406>
5. Опылители звездчатки средней. <https://knowledge.allbest.ru/biology/c37.html>
6. Сезонная клейстогамия у звездчатки средней. <https://knowledge.allbest.ru/biology/c-2c0a65635a3bc78b5c43a89421316c37.html>
7. Скворцов В.Е. Иллюстрированное руководство для ботанических практик и экскурсий в Средней России. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 506 с.
8. Горина Я.В. Фармакогностическое исследование некоторых видов рода *stellaria* и возможность их использования в медицинской практике. <https://search.rsl.ru/ru/record/01005010089>
9. Звездчатка средняя. https://ru.wikipedia.org/wiki/Звездчаткасредняя#/media/File:Stellaria_media_MHNT.BOT.2008.1.33.jpg
10. Мокрица. Интересные факты о растениях. <http://www.smirnovatatjana.ru/fak-rast/1221-mokrizha.html>
11. Условия прорастания семян. <http://agro-portal24.ru/semenovedenie/4934-usloviya-prorastaniya-semyan-chast-3.html>
12. Влияние холода на растения и приспособления к нему. <http://biofile.ru/bio/19301.html>

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Калейдоскоп





Глаголев Сергей Менделевич

Кандидат биологических наук, учитель биологии Московской школы на Юго-Западе № 1543, доцент Специализированного учебно-научного центра Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

Интернет-олимпиада СУНЦ МГУ – 2019.

Задачи по биологии второго тура (7-8 классы)

Каждый год СУНЦ МГУ проводит Интернет-олимпиаду по 5 предметам. Победители и призеры этой олимпиады приглашаются в бесплатную Заочную школу СУНЦ МГУ, а также на очные мероприятия на школьных каникулах. Здесь мы приводим разбор задач этого года по биологии для учащихся 7 и 8 классов. В процессе их решения можно узнать много нового и интересного!

Вопрос 1

На рис. 1.1 дано фото поперечного среза, на котором виден проводящий пучок папоротника. Выберете из предложенных ниже

пунктов верные (если утверждение хотя бы частично не соответствует действительности, оно считается неверным).

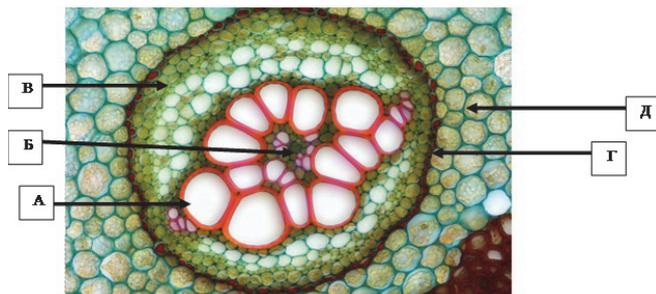


Рис. 1.1¹

¹https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Проводящий_пучок_Pteridium_aquilinum.JPG

1. Буквой А обозначены сосуды ксилемы. Нет. Это клетки ксилемы, но не сосуды. Сосуды (трахеи) есть только у цветковых растений, у папоротников ксилема состоит из трахеид.

2. Буквой Б обозначены самые внутренние клетки – эндодерма. Нет, это клетки паренхимы. Клетки эндодермы обозначены буквой Г.

3. Буквой В обозначены клетки, которые проводят от корней воду и органические вещества. Воду и органические вещества в норме проводящие ткани проводят не от корней, а от листьев. Буквой В обозначены клетки флоэмы (ситовидные трубки), которые это и делают.

4. Буквой А обозначены мертвые клетки с одревесневшими клеточными стенками. Да, это клетки ксилемы (трахеиды).

5. Буквой Д обозначены запасющие живые клетки, которые могут проводить воду. Да, это

клетки паренхимы, участвующие в радиальном транспорте воды.

6. Буквой Г обозначены мертвые клетки, изолирующие сосудистый пучок. Нет, это живые клетки эндодермы. Изолированным от окружающих тканей делать проводящие пучки незачем, ведь из них и в них должна поступать вода.

7. Буквой Д обозначены паренхимные клетки. Да.

8. Буквой Б обозначены паренхимные клетки. Да.

9. На срезе есть клетки покровной ткани. Нет, покровная ткань на срез не попала.

10. На срезе есть клетки механической ткани. Да. Это клетки с толстыми стенками в нижнем правом углу фото (склеренхима).

Верно – 4, 5, 7, 8, 10. За каждый верный ответ – 2 балла, за каждый неверный – минус 2 балла (максимальное число баллов – 20).

Вопрос 2

Школьник составил приведенный ниже ключ для определения классов и отрядов некоторых почвенных и подстилочных

беспозвоночных, обитающих в его местности, в этом ключе классы и отряды обозначены буквами.

1	Антенны редуцированы	А
	Антенны имеются	2
2	Ходильных ног три пары	3
	Ходильных ног более трех пар	4
3	Есть пара длинных церок на последнем сегменте брюшка	Б
	Церки на последнем сегменте брюшка отсутствуют, на брюшке имеется прыгательная вилка	В
4	Антенны ветвистые	Г
	Антенны неветвистые	Д

Рис. 2.1²Рис. 2.2³Рис. 2.3⁴Рис. 2.4⁵Рис. 2.5⁶

Школьник решил проиллюстрировать свой ключ фотографиями, которые хорошо передают обций облик животных, но не всегда содержат все нужные для определения признаки. Автор ключа посчитал, что определить животных все-таки получится и по этим фотографиям.

1) Определите, какой буквой обозначено в ключе каждое из животных; для этого рядом с каждой буквой поставьте номер фотоснимка.

2) Укажите рядом с буквенными обозначениями латинское название отряда (для животных А, Б и В) или класса (иногда их считают подклассами) для Г и Д.

²<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pauropoda.jpg>

³https://en.wikipedia.org/wiki/Protura#/media/File:Protura_from_Durham_NC_USA.jpg

⁴[https://ru.wikipedia.org/wiki/Симфи́лы#/media/File:Symphyla_\(unknown_species\).jpg](https://ru.wikipedia.org/wiki/Симфи́лы#/media/File:Symphyla_(unknown_species).jpg)

⁵<https://ru.wikipedia.org/wiki/Двухвостки#/media/File:Diplura.jpg>

⁶[https://ru.wikipedia.org/wiki/Файл:Folsomia_sp._\(8225661438\).jpg](https://ru.wikipedia.org/wiki/Файл:Folsomia_sp._(8225661438).jpg)

Ответ: 1) А2, Б4, В5, Г1, Д3 (по 2 балла за каждый верный ответ). 2) А – Protura, Б – Diplura, В – Collembola

Вопрос 3

Согласно принципам кладистики и основанной на них современной кладистической систематики, в системе живых организмов можно выделять только монофилетические группы (таксоны), то есть произошедшие от общего предка. Такая группа должна включать таксоны, произошедшие из одной точки ветвления кладограммы, то есть только потомков последнего общего предка, при-

(Podura), Г – Pauropoda, Д – Symphyla (по 4 балла за каждый верный ответ). Итого максимум 30 баллов.

чем **всех** потомков этого общего предка. Сестринские группы (отходящие от одного узла на дереве веточки) должны иметь одинаковый ранг: например, если В – это класс, то группы А и Б относятся к одному классу (см. рис. 3.1). Парафилетические группы в кладистической систематике не признаются (см. рис. 3.1). (Тем более нельзя объединять в один класс группы А и Г, а в другой – В и Б).

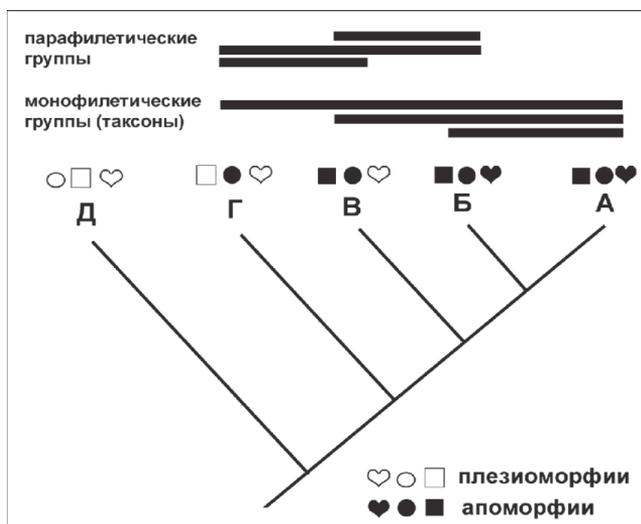


Рис. 3.1. Монофилетические таксоны выделяют на основе синапоморфий – общих, производных признаков, то есть таких признаков, которые отсутствуют у других групп, а в ходе эволюции возникли у общего предка этих таксонов (например, черный кружок на рис. 3.1 – синапоморфия таксонов А, Б, В, Г)⁷.

Выберите правильные утверждения (если утверждение хотя бы частично не соответствует действительности, оно считается неверным).

В соответствии с этими принципами, нельзя выделять следующие таксоны (если их несколько в данном

пункте – то имеется в виду, что их нельзя выделять одновременно):

1. Надкласс рыбы (объединяет костных и хрящевых рыб). Нельзя, потому что это парафилетическая группа (все тетраподы должны войти в нее).

2. Надкласс тетраподы (четвероногие). Можно.

⁷ https://www.researchgate.net/figure/fig1_282705071

3. *Подтип позвоночные*. Можно.

4. *Класс млекопитающие и класс птицы*. Нельзя. Птицы окажутся группой иного ранга, они должны войти в класс рептилии, чтобы все было в порядке.

5. *Класс рептилии и класс птицы*. Нельзя. Рептилии окажутся парафилетической группой.

6. *Класс рептилии (включая птиц) и класс млекопитающие*. Можно.

7. *Отряд китообразные и отряд парнокопытные*. Нельзя. Киты – более близкие родственники бегемотов, чем бегемоты – коров или жирафов. Поэтому китов приходится включать в отряд парнокопытные.

8. *Класс костные рыбы и класс четвероногие*. Можно.

9. *Класс костные рыбы и класс млекопитающие*. Нельзя; тот же ранг, что и костным рыбам, нужно придать всем тетраподам.

10. *Подкласс сумчатые и подкласс плацентарные*. Можно.

Отметим, что многие сторонники кладистики предлагают отказаться от рангов (семейств, отрядов и т.п.) и называть группы любого ранга кладами.

Нельзя – 1, 4, 5, 7, 9. За каждый правильный выбор – 2 балла, за каждый неправильный выбор – минус 2 балла. Максимальное число баллов 20.

Вопрос 4

Онтогенез – это индивидуальное развитие особи. Он начинается с момента ее появления и заканчивается моментом ее исчезновения. Исходя из этого определения онтогенеза, выберите правильные утверждения (если утверждение хотя бы частично не соответствует действительности, оно считается неверным).

1. *Онтогенез есть у бактерий*. Конечно; ведь это явно организмы, то есть особи!

2. *Онтогенез есть у каждой клетки печени человека*. Нет, так как это не отдельные особи; когда-то они ими были, но утратили самостоятельность, войдя в состав многоклеточного организма. Их «онтогенез» в наши дни – лишь часть онтогенеза человека.

3. *В онтогенезе хламидомонады сменяются гаплоидные и диплоидные особи*. Нет. В онтогенезе не могут сменяться особи; гаплоидные и диплоидные особи (поколения) сменяются в жизненном цикле хламидомонады.

4. *Онтогенез животного может начинаться с неоплодотворенной яйцеклетки*. Да, так бывает при партеногенезе.

5. *Онтогенез может начинаться с одноклеточной или с многоклеточной стадии*. Да, конечно. Например, у гидры при половом размножении он начинается с одноклеточной стадии (зиготы), а при почковании – с многоклеточной.

6. *Онтогенез полностью необратим*. Неверно. Нередко онтогенез частично обратим. Яркие примеры – уменьшение в размерах и редукция половой системы при голодании у планарий или превращение медуз обратно в полипов среди Cubozoa.

7. *В жизненном цикле гидроидных чередуются онтогенезы полипов и медуз*. Да, как правило.

8. *Слияние особей – один из вариантов начала нового онтогенеза*. Слияние особей – гамет – приводит к образованию новой особи (зиготы) и к началу нового онтогенеза при половом размножении. Бывают и другие примеры

слияния (объединения) особей (см. пункт 10).

9. Деление клетки – один из вариантов начала нового онтогенеза. Конечно. Именно так начинается онтогенез бактерий или амёб.

10. В жизненном цикле слизевика диктиостелиума чередуются онтогенезы одноклеточных и многоклеточных особей. Да, при объеди-

нении одноклеточных миксамеб (у которых был свой онтогенез) возникает многоклеточный организм – слизевик, обладающий собственным сложным онтогенезом.

Верно – 1, 4, 5, 8, 9, 10. За каждый правильный выбор – 2 балла, за каждый неправильный выбор – минус 2 балла. Максимальное число баллов 20.

Вопрос 5

Выберите верные утверждения (если утверждение хотя бы частично не соответствует действительности, оно считается неверным).

1. Если здоровому человеку ввести в кровь раковые клетки, то он с высокой вероятностью заболеет раком. Нет. Раковые клетки будут почти наверняка уничтожены иммунной системой.

2. Существуют мутации, защищающие от заражения вирусом иммунодефицита человека. Да, верно. Это мутация в гене одного из мембранных белков Т-лимфоцитов, ССR5. Гомозиготы по мутантному аллелю не заражаются большинством форм вируса иммунодефицита человека, хотя защищенность их не стопроцентная – случаи заражения таких людей все же встречаются.

3. Прививки делают только здоровым людям, до их контакта с возбудителем болезни. Неверно. Иногда (например, при угрозе бешенства) прививки делают почти исключительно после контакта с возбудителем.

4. Заразиться паразитическими червями от больного человека можно через укусы насекомого. Да. Так передаются филяриатозы (например, онхоцеркоз – через укусы мошек).

5. Заразиться ВИЧ-инфекцией от больного человека можно через

укус насекомого. Нет. Теоретически это возможно, но на практике такие случаи науке не известны.

6. Среди насекомых есть переносчики болезней человека, а есть и их возбудители. Да. Возбудителями болезней человека могут быть двукрылые – оводы и мухи (например, вольфартова муха), личинки которых могут паразитировать в организме человека.

7. У непривитого здорового человека нет клеток, способных вырабатывать антитела против змеиного яда или ботулотоксина. Есть. Наши В-лимфоциты так разнообразны, что могут вырабатывать антитела против любого чужеродного белка.

8. Возбудители холеры или стафилококковой инфекции могут жить в организме человека, не причиняя ему вреда. Да, при этих болезнях достаточно широко распространено носительство (золотистые стафилококки живут вообще в организме практически всех людей).

9. Безвредные бактерии могут стать болезнетворными, получив гены от болезнетворных бактерий другого вида. Да. Обычно это происходит в результате передачи плазмид и, увы, встречается достаточно часто.

10. Возбудители ботулизма – это строгие анаэробы, поэтому они не могут жить в организме че-

ловека, и ботулизм – не инфекция, а пищевое отравление. Это действительно строгие анаэробы, но они вполне могут жить в организме человека (в кишечнике, где кислорода практически нет), и у детей ботулизм часто протекает в форме кишечной инфекции. Реже возбудители ботулизма начинают размно-

жаться в глубоких ранах, где создаются анаэробные условия (раневой ботулизм).

Верно – 2, 4, 6, 8, 9. За каждый правильный выбор – 1 балл, за каждый неправильный выбор – минус 1 балл. Максимальное число баллов 10.

Максимальная сумма баллов – 100.

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Великая Радикальная Эпидемия

Это произошло совсем недавно, кошмар закончился практически только что. Мы назвали это событие Великой Радикальной Эпидемией. Мы – немногие, кто остался в живых. Нам крупно повезло: переносчики этой ужасной болезни закончились.

Всё началось в один прекрасный осенний день. В нашей пробирке жили только молекулы Метана. Каждый занимался своим делом, когда в нашей пробирке очутились молекулы Хлора. Они были непохожими на нас, но мы весьма толерантны к другим молекулам. Мы никогда не вступаем в реакции с другими молекулами, если только они не начинают первыми. Так произошло в тот раз. Была чудесная солнечная погода, и к нам пришло большое количество квантов Света. Мы, молекулы Метана, к ним относимся нейтрально, но внезапно молекулы Хлора изменили свой вид. Каждая молекула разделилась на две очень странные и агрессивные молекулы. Мы назвали их Радикалами.

Радикалы нападали на молекулы Метана, забирая себе атом Водорода. И из-за этого молекула-инвалид Метана заражалась и становилась Радикалом. Творился хаос, каждый пытался спастись, защитить свою жизнь и целостность. Радикалы, которые раньше были молекулами Метана, отличались от Хлор-Радикалов только внешним видом. Они точно так же заражали этой ужасной болезнью другие молекулы. И никто не знал, как спастись и остановить эпидемию. В пробирке была паника, каждый защищался как мог, но очень многие попытки оказались в лучшем случае бесполезными, а в худшем бывали даже опасными.

В какой-то момент мы потеряли всякую надежду и стали ждать нашей участи. Но вдруг некоторые из нас заметили, что, когда два Радикала встречаются друг с другом, они реагируют, и в результате этой взаимно агрессивной реакции получается молекула. Молекулы получались разные, в зависимости от того, какие радикалы вступали в реакцию. Метил-Радикал (мы не могли называть этот Радикал Метаном, он слишком отличался от нас для этого) и Хлор-Радикал давали вместе Хлорметан, а два Метил-Радикала давали Этан. Хлор-Радикалы между собой тоже сталкивались и создавали молекулу Хлора, но так как кванты Света всё ещё находились у нас, молекула Хлора в таком состоянии оставалась недолго.

Некоторые смельчаки пытались укрыться за спиной Радикалов, чтобы в реакцию вступили лишь Радикалы. Но практически все подобные смельчаки были заражены, уж слишком опасная была затея. В пробирке царила депрессия. Все готовились к неминуемому заражению. Мы считали, что Великая Радикальная Эпидемия затронет каждую молекулу в пробирке.

Но вдруг... Произошло чудо. Да-да, самое настоящее чудо! Кванты Света ушли, и после этого, через какое-то весьма непродолжительное время, все Радикалы прекратили своё существование. Остались только молекулы. Молекул Метана было мало, но мы всё-таки были. Мы выжили, выстояли, преодолели эту Эпидемию. Мы не закончились, а это значит, что наша цивилизация в этой пробирке ещё будет существовать. Надеюсь, достаточно долго.



Медицина



Гаглоева Марина Таймуразовна

Студентка третьего курса Института Психологии им. Л.С. Выготского по направлению «психология личности». Среди научных интересов – экстремальная психология, расстройства личности и нейропсихология одаренности.

Расстройства личности. О границах психического здоровья

Что такое депрессия? Почему она возникает? Вы можете найти в предлагаемой статье ответы на эти вопросы, а также проверить, насколько вы склонны к депрессии.

Всё самое прекрасное в мире сделано нарциссами.
Самое интересное – шизоидами.
Самое доброе – депрессивными.
Невозможное – психопатами.
Здоровые почти не вносят вклад в историю.

П.Б. Ганнушкин «Клиника психопатий, их статика, динамика, систематика»

Еще со времен Клода Бернара в психиатрии считается установленным, что никакой существенной разницы между нормой и патологией – здоровьем и нездоровьем – не существует. Более того, в эпоху постмодерна в клинической психологии и психотерапии возникла и укоренилась идея о том, что сумасшествие в конечном итоге неизбежно, и спасает от него лишь окончание жизни. Вместо грани между «нормой» и «не нормой» – множество промежуточных состояний, и наибольший инте-

рес для психиатрии представляют именно они. Ниже пойдет речь об одном из них.

Прежде всего хочется отметить, что у большинства (но не у всех, конечно) пациентов с психическими отклонениями основные законы мышления болезнью не затрагиваются. Сложно представить, что же там еще может пойти не так, но на самом деле чаще всего мышление нарушается в последнюю очередь – после нарушения критичности (способности адекватно оценивать себя и



других), мотивации или эмоциональной стабильности.

Также следует сказать, что в психологическом знании до сих пор не определено понятие нормы, и чаще всего ради простоты и удобства оно объясняется через патологию (нормой считается то, что не является патологией). Звучит не слишком убедительно. Подобное объяснение полностью верным считать нельзя, и вопрос нормы – один из самых актуальных вопросов психологии и психиатрии на данный момент.

Не станем останавливаться на классификациях различных авторов (в университете в начале каждого курса, будь то социальная психология или диагностика аффективных расстройств, на это уходит не меньше двух академических часов) и рассмотрим в этой статье лишь наиболее интересное, обросшее мифами и легендами личностное расстройство – депрессию.

Основными признаками депрессивного расстройства считаются доминирующие в настроении уныние, безрадостность, неудовольствие, постоянное чувство собственной беспомощности и вины, необоснованный пессимизм. Депрессивные мысли и поведение постоянно пронизаны чувством униженности, мрачности и безрадостности. Лица с депрессией избыточно серьезны, они не понимают шутки, сосредоточены на негативных мыслях, легко и намеренно игнорируя позитивные. Других людей они ощущают так же тонко и пессимистично, как и себя: не стремятся замечать их успех и сосредотачиваются на неудачах, переживая их как свои. Социальная активность и самостоятельность в принятии решений у таких лиц практически отсутствуют, зато присутствуют черты зависимого и даже подчиняющегося поведения.

За наследственную составляющую депрессии отвечают несколько генов. Риск унаследовать депрессию от одного из родителей, по данным близнецовых исследований, составляет около 37 % (по данным других исследований, этот фактор колеблется от 31 % до 42 %).

Также в некоторых обзорах говорят о более широкой распространенности депрессии среди женщин, чем среди мужчин, что ставит вопрос о зависимости заболеваемости от пола. Современные психологи все еще находятся в стадии поиска ответа, потому что никакой генетической сцепленности с полом не обнаружено. Распространенность может также зависеть, к примеру, от социальной роли или от разницы в гормональном фоне.

Одно из продолжительных исследований (оно проводилось с 1982 по 2015 годы) показало, что у детей, чьи родители страдали депрессией, риски обнаружения данного расстройства повышаются вдвое. Некоторые данные также свидетельствуют о том, что «наследственная» депрессия проявляется раньше приобретенной.

С легкими формами депрессии может справиться и психолог, однако случаи, требующие медикаментозного вмешательства, должны рассматриваться только в рамках психиатрии. Одним из наиболее известных (наиболее простых, но неточных) диагностических опросников для выявления депрессии является опросник Бека. Стоит сказать, что, хотя опросник невероятно популярен среди психологов и психиатров, сам по себе он малонадежен: почти все, кто его проходил, страдают хотя бы легкой степенью расстройства настроения. Подобную статистику не стоит принимать за чистую монету, ведь ответы могут сигнализировать как о депрессии, так и об усталости после рабочих

будней или просто скверном дне. И все-таки опросник видится нам любопытным и несложным в обработке, поэтому мы приводим его ниже. Просим не принимать результаты близко к сердцу.

В этом опроснике содержатся группы утверждений. Внимательно прочитайте каждую группу утверждений. Затем определите в каждой группе одно утверждение, которое лучше всего соответствует тому, как вы себя чувствовали **на этой неделе и сегодня**. Поставьте галочку около выбранного утверждения. Если несколько утверждений из одной группы кажутся вам одинаково хорошо подходящими, то поставьте галочки около каждого из них. Прежде, чем сделать свой выбор, убедитесь, что вы прочли все утверждения в каждой группе.

0 Мне не грустно.

1 Мне грустно или тоскливо.

2 Мне все время тоскливо или грустно, и я ничего не могу с собой поделать.

3 Мне так грустно или печально, что я не могу этого вынести.

0 Я смотрю в будущее без особого разочарования.

1 Я испытываю разочарование в будущем.

2 Я чувствую, что мне нечего ждать впереди.

3 Я чувствую, что будущее безнадежно и поворота к лучшему быть не может.

0 Я не чувствую себя неудачником.

1 Я чувствую, что неудачи случались у меня чаще, чем у других людей.

2 Когда оглядываюсь на свою жизнь, я вижу лишь цепь неудач.

3 Я чувствую, что потерпел неудачу как личность.

0 У меня не потерял интерес к другим людям.

1 Я меньше, чем бывало, интересуюсь другими людьми.

2 У меня потерял почти весь интерес к другим людям и почти нет никаких чувств к ним.

3 У меня потерял всякий интерес к другим людям, и они меня совершенно не заботят.

0 Я принимаю решения примерно так же легко, как всегда.

1 Я пытаюсь отсрочить принятые решения.

2 Принятие решений представляет для меня огромную трудность.

3 Я больше совсем не могу принимать решения.

0 Я не чувствую, что выгляжу сколько-нибудь хуже, чем обычно.

1 Меня беспокоит то, что я выгляжу непривлекательно.

2 Я чувствую, что в моем внешнем виде происходят постоянные изменения, делающие меня непривлекательным.

3 Я чувствую, что выгляжу гадко и отталкивающе.

0 Я не испытываю никакой особенной неудовлетворенности.

1 Ничто не радует меня так, как раньше.

2 Ничто больше не дает мне удовлетворения.

3 Меня не удовлетворяет всё.

0 Я не чувствую никакой особенной вины.

1 Большую часть времени я чувствую себя скверным и ничтожным.

2 У меня довольно сильное чувство вины.

3 Я чувствую себя очень скверным и никчемным.

0 Я могу работать примерно так же хорошо, как и раньше.



1 Мне нужно делать дополнительные усилия, чтобы что-то сделать.

3 Я не могу выполнять никакую работу.

0 Я не испытываю разочарования в себе.

1 Я разочарован в себе.

2 У меня отвращение к себе.

3 Я ненавижу себя.

0 У меня нет никаких мыслей о самоповреждении.

1 Я чувствую, что мне было бы лучше умереть.

2 У меня есть определенные планы совершения самоубийства.

3 Я покончу с собой при первой возможности.

0 Я устаю ничуть не больше, чем обычно.

1 Я устаю быстрее, чем раньше.

2 Я устаю от любого занятия.

3 Я устал чем бы то ни было заниматься.

0 Мой аппетит не хуже, чем обычно.

1 Мой аппетит не так хорош, как бывало.

2 Мой аппетит теперь гораздо хуже.

3 У меня совсем нет аппетита.

Подсчитайте свои баллы.

Обработка результатов:

0 – 9 – отсутствие депрессивных симптомов, с чем мы вас и поздравляем.

10 – 15 – легкая депрессия (субдепрессия). Предлагаем завести котика.

16 – 19 – умеренная депрессия. Как насчет двух котиков?

20 – 29 – выраженная депрессия (средней тяжести). Два котика и шоколад. Много шоколада.

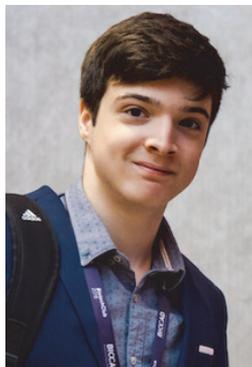
30 – 63 – тяжелая депрессия. Перестаньте читать Кафку. Станет легче.

Как мы уже говорили, опросник Бека в наше время особого диагностического значения не имеет. Если

вы пришли к психологу или психиатру, и он решил поставить вам диагноз «депрессия» только по этому опроснику – закрывайте дверь с другой стороны. Однако как вспомогательный инструмент этот опросник используется до сих пор, и он очень популярен.

К слову, имейте в виду: плох и некомпетентен тот психолог, который орудует только тестами, потому что 7 миллиардов населения нашей планеты не делятся на 5, 7 или даже 145 типов личности. Нет, они делятся на 7 миллиардов индивидуальностей, и к каждой необходим особенный подход. Любое заключение (а в особенности постановка такого серьезного диагноза, как депрессия) правомерно только после длительной беседы в течение не одного и даже не двух сеансов.

Вот еще один небольшой тест, теперь по истории. Что общего у Линкольна, Фрейда, Кафки и Будды? По некоторым историческим данным, все они страдали той или иной формой депрессии. Однако каким-то образом они смогли не просто ужиться с ней, но и воссиять ярче большинства людей, депрессивного расстройством не имеющих. Дело в том, что вместо таблеток и душевных разговоров каждый из них нашел что-то свое: Линкольн любил читать смешные истории, Фрейд много работал и добивался славы и признания (это, кстати, очень скользкий путь, и чтобы на нем удержаться, требуется очень много сил, ведь все мы знаем: чем выше взлетаешь, тем больше падать), Кафка любил выбираться в горы, кататься на лошадях и общаться с младшими сестрами, а Будда на основе своего рецепта от депрессии создал совершенно новое религиозно-философское учение, проповедуя отречение от влечений и пристрастий.

**Табиев Расул Миргазаевич**

Студент 1-го курса ветеринарно-биологического факультета МВА им. Скрыбина, практикант в Институте биоорганической химии РАН в группе генной иммуноонкотерапии

Новый рубеж в терапии рака или Нобелевская премия по физиологии или медицине 2018 года

Рак является одним из наиболее серьезных и катастрофичных заболеваний современности. Ежегодно это заболевание уносит жизни миллионов людей. Причем темпы роста числа онкологических больных в мире с каждым годом только растут, и прогнозы звучат неутешительно. В связи с этим в настоящее время огромное внимание уделяется исследованиям, посвященным разработкам новых стратегий в лечении рака. В конце XX века двое ученых – Тасуку Хондзё из Университета Киото и Джеймс Эллисон из Техасского Университета – совершили открытие, ознаменовавшее новую эру в терапии онкологических заболеваний.

Рак – это результат многоступенчатого патологического процесса, который приводит к катастрофическим последствиям для всего орга-

низма. Раковая опухоль является чрезвычайно сложной системой, в связи с чем ее лечение встречает множество трудностей.

Причины возникновения рака

Наш организм состоит из огромного количества клеток, которые, несмотря на полную функциональную и структурную самостоятельность, находятся в непрерывной взаимосвязи. Как внутри, так и между клетками происходит множество событий, обеспечивающих эффективную жизнедеятельность все-

го организма, а также поддержание постоянства внутренней среды (постоянная температура тела и др.). Весь этот клеточный и субклеточный «ансамбль» координирует огромная молекула, которая содержится практически во всех клетках, имя ей ДНК. Она представляет из себя две спирально закрученные ог-



ромные нити, химически соединенные между собой. С помощью молекулярных помощников в виде молекул белков ДНК осуществляет полномасштабное регулирование клеточной жизни. Таким образом, молекула ДНК играет ключевую роль в жизнедеятельности клеток. Однако в ходе естественных клеточных процессов зачастую молекула ДНК претерпевает множество структурных изменений, которые могут оказать как существенное, так и не очень заметное влияние на жизнь всей клетки. Так, при репликации – естественном процессе удвоения всей клеточной ДНК для последующего деления – постоянно происходит накопление ошибок – мутаций. Другой пример факторов, нарушающих

структуру ДНК – химические (например, асбест, мышьяк, хроматы, нитраты и нитриты и др.), физические (ультрафиолет, ионизирующее излучение и др.) и биологические (вирусы, бактерия *H. Pylori* и др.) канцерогены.

Эти ошибки могут происходить как в функционально не слишком значимых генах – мутации-пассажиры, так и в генах, необходимых для процессов клеточной жизнедеятельности – мутации-драйверы. Последние ускоряют процесс перерождения нормальных клеток в раковые. Например, более чем в 90 % опухолей наблюдаются мутации в гене белка p53, который осуществляет надзор за жизненным циклом клетки.

Противоопухолевый иммунный ответ

В процессе развития и жизнедеятельности раковые клетки выделяют во внешнюю среду специальные «опознавательные» (характерные только для них) молекулы – антигены. Эти молекулы успешно опознаются специальными иммунными клетками клетками в крови, так называемыми антиген-презентирующими клетками или АПК (дендритные клетки, макрофаги). АПК мигрируют в лимфоузлы, где в неактивном состоянии пребывают одни из ключевых участников противоопухолевого иммунного ответа – Т-лимфоциты.

При взаимодействии последних с АПК происходит активация Т-лимфоцитов с последующей их инфильтрацией (внедрением) в опухоль по кровеносным сосудам. В опухоли Т-клетки осуществляют иммунный ответ двумя способами: 1) привлечение Т-хелперными клетками других компонентов иммунной системы посредством выделения сигнальных молекул – цитокинов; 2) непосредственный лизис, т. е. разрушение раковых клеток Т-киллерными клетками с участием особых белковых молекул последних.

Избегание иммунного надзора как ключевое свойство раковых клеток

Механизм, описанный выше, в большинстве случаев работает отлаженно, ведь в нашем организме постоянно происходит перерождение нормальных клеток в раковые (малигнизация), однако иммунная система быстро справляется с угрозой. К величайшему сожалению ученых и врачей всего мира, опухолевые клетки научились избегать

надзора иммунной системы. Иммунная система опознает клетки (нормальные или малигнизированные) по специальным белковым молекулам, расположенным на их поверхности. При помощи химического взаимодействия белковой молекулы на поверхности иммунной клетки (лиганда) и белковой молекулы на поверхности нормальной

клетки (рецептора) иммунная клетка понимает, что она «встретила» нормальную клетку, и ничего с ней не делает. В норме при такой же «встрече» клетки иммунной и раковой первая уничтожает последнюю, опознав раковый рецептор. Однако в ходе достаточно быстрой клеточной эволюции раковые клетки научились «помещать» (презентовать) на свою поверхность рецепторы

нормального типа. Таким образом, иммунная клетка при встрече с подобными «эволюционировавшими» раковыми клетками не опознает их, из-за чего раковая клетка развивается и дальше. Если говорить точнее, то происходит это так: лиганд и рецептор клеток взаимодействуют друг с другом, и иммунная клетка получает сигнал о подавлении иммунного надзора.

Революционное открытие Эллисона и Хондзё

Джеймс Эллисон и Тасуку Хондзё подробно изучили процесс подавления иммунного надзора и нашли рецепторы на поверхности раковых клеток, которые ответственны за подобное «избегание». Это так называемые иммунные контрольные точки (immune checkpoints). Рассмотрим механизм их действия на примере молекулы PD-1.

PD-1 – это мембранный белок, находящийся на поверхности иммунных клеток. В норме PD-1 участвует в подавлении аутоиммунной реакции посредством ингибирования дифференцировки Т-лимфоцитов. При взаимодействии PD-1 на Т-лимфоците и его лиганда PDL-1 на поверхности АПК запускается каскад реакций в лимфоците, который в конечном итоге приводит к апоптозу последнего и таким образом к подав-

лению иммунного ответа. Раковые клетки научились экспрессировать (выделять) PDL-1 на своей поверхности для избегания иммунного надзора и ингибирования противоопухолевой активности путем подавления пролиферации Т-лимфоцитов.

Суть иммунотерапии состоит в том, что с помощью специальных высокоспецифичных аффинных (сильно связывающихся с мишенью) белков – моноклональных антител – происходит ингибирование взаимодействия PD-1 на лимфоците с PDL-1 на раковых клетках. Антитело специфично связывается с PDL-1, таким образом делая невозможным связывание лиганда с рецептором. Следовательно, клетка не получает супрессивный (подавляющий) сигнал и способна стимулировать иммунный ответ (см. рисунок).

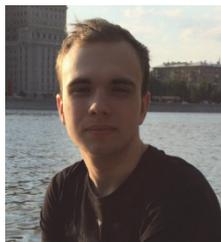


Проблема онкологической заболеваемости все еще остро стоит в современном обществе, однако наука добивается все больших успехов в борьбе с ужасным врагом по имени рак. Ученые

всего мира изучают рак со всех сторон и добиваются в этом больших успехов, которые, безусловно, приведут к качественно более новому уровню в понимании и лечении рака.



Олимпиады



Марков Михаил Александрович

Куратор 10 класса Московской городской олимпиады по химии. Учитель математики и химии в ГБОУ «Школа № 218». Аспирант 1 года факультета фундаментальной медицины МГУ имени М.В. Ломоносова, старший по проверке турнира Ломоносова по математике, проверяющий турнира Ломоносова по химии

Задачи LXXV Московской олимпиады школьников 2019 г. по химии для 10 класса

Задачи Московской олимпиады школьников по химии для 10 класса традиционно не являются «гробовыми» и позволяют школьникам подготовиться к более трудным испытаниям следующего года. Приятно, что на олимпиаду 10 класса школьники ходят все еще ради удовольствия, а не только ради баллов для поступления в вузы.

Задача 1 (Авторы – Скрипкин Н.А., Марков М.А.)

Бинарное вещество **Y**, представленное в природе в виде нескольких минералов, содержит металл **X** (массовая доля металла в **Y** – 87,10%), известный с древности. В этом веществе металл **X** проявляет свою самую устойчивую степень окисления.

Известно, что вещество **A**, состоящее из трех элементов, образующееся при прокаливании желтой кровяной соли $K_4[Fe(CN)_6]$ при высоких температурах, может перевести вещество **Y** в раствор (**реакция 1**). При взаимодействии вещества **Y** с концентрированным раствором **B** образуется кислота **B**, выделяется газ **G**, образуются соль **D** и вода (**реакция 2**). Кислоту **B** также можно

получить из пирита в три стадии (**реакции 3–5**), а газ **G** при низких температурах димеризуется (**реакция 6**). Массовая доля металла **X** в соли **D** составляет 63,54%.

Определите металл **X** и вещества **Y**, **A–D**, напишите уравнения реакций 1–6.

Решение:

При прокаливании желтой кровяной соли образуется вещество **A** – KCN (цианид калия). С учетом того, что цианид калия растворяет вещество **Y**, а массовая доля металла в **Y** весьма внушительная, начитанные участники сразу вспомнят серебро. Догадаться, что перед нами соль серебра, можно и с помощью более

строгих расчетов: очевидно, что в состав **Y** входит один металл и один неметалл. Из всех неметаллов разумно делать перебор среди кислорода, фтора, хлора и серы. Бром и иод слишком тяжелые, а все остальные не образуют бинарных минералов. Разумный перебор неизбежно приводит к тому, что металл **X** – серебро, а **Y** – его сульфид. В природе сульфид серебра встречается в виде минералов аргентита и акантита.



Аргентит

(http://www.mineralscollector.com/media/catalog/product/cache/4/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/i/m/img_4179_2.jpg)



Акантит

(https://www.mineralforum.com/message-board/files/685_438.jpg)

Для расшифровки реакции 2 дана массовая доля металла **X** в соли **D**. Так как серебро обычно одновалентно, общая формула соединения **D** – Ag_nA . В таком случае молярная масса **D** составляет

$$108n : 0,6354 = 170n \text{ г/моль.}$$

При $n = 1$ молярная масса кислотного остатка составляет

$$170 - 108 = 62 \text{ г/моль,}$$

что соответствует молярной массе нитрата. Впрочем, большинство решивших задачу участников догадалось о том, что **B** – это азотная кислота, и без таких расчетов. При этом важно помнить, что если в условии есть какие-то численные данные, то расчет должен быть приведен (хотя бы в качестве проверки). В противном случае участник не получит полный балл за задачу.

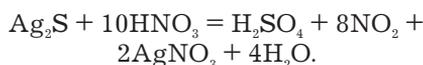
Так как **D** – AgNO_3 , соответственно, **B** – HNO_3 , **B** – H_2SO_4 (получается из пирита), **Г** – NO_2 (димеризуется в N_2O_4).

Реакции:

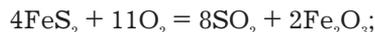
1) При растворении сульфида серебра в цианиде калия образуется дицианоаргентат калия (координационное число серебра в комплексных соединениях обычно равно 2).



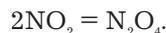
2) Растворение в концентрированной азотной кислоте:



3 – 5) Классическое получение серной кислоты из пирита (приведено в любом школьном учебнике за 9 класс):



6) Димеризация оксида азота:



Задача 1 охватывает разные области неорганической химии – d-элементы, которым, к сожалению, в школьном курсе химии уделяется мало времени, получе-



ние серной кислоты (что проходит достаточно подробно), свойства оксида азота (напрямую следующие из его строения). Расчеты

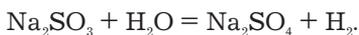
Задача 2 (Автор – Марков М.А.)

Любознательный Ученик прочитал в учебнике по химии: «Если в состав соли входит катион щелочного металла, то при электролизе раствора этой соли на катоде должно происходить восстановление воды с выделением водорода ... Если в состав соли входит кислотный остаток кислородсодержащей кислоты, то при электролизе раствора на аноде происходит окисление воды и выделяется кислород», – и решил проверить, так ли это.

Для своих опытов он взял некоторый объем 10 %-го раствора сульфата натрия (плотность 1,1 г/мл) и в течение некоторого времени подвергал его электролизу. С удивлением Любознательный Ученик обнаружил, что при этом газ выделяется только на одном из электродов, при этом при завершении опыта его масса оказалась равна массе кислорода объемом 70 мл (н. у.). При добавлении избытка раствора хлорида бария к получившемуся раствору выпало 22,5 г осадка. Объясните причину несоответствия наблюдаемых явлений с написанным в учебнике. Определите объем изначального раствора, взятого Любознательным Учеником, и напишите уравнение реакции электролиза.

Решение:

Электролиз раствора сульфата натрия:



Здесь школьники сталкиваются с «ловушкой». В классическом школьном учебнике написано, что при электролизе растворов солей с кислородсодержащими анионами на

в этой задаче носят больше вспомогательный характер, однако требуются для подтверждения собственных догадок.

аноде выделяется кислород (то есть кислород является восстановителем). Однако, верно это только в том случае, если в состав аниона не входит элемент, у которого существует возможность отдать свои электроны, и эта возможность больше, чем у кислорода. Если же такой элемент есть, именно он и будет восстановителем. Примерами таких анионов (помимо сульфита) являются нитрит, хлорат, хлорит, гипохлорит и анионы других солей, в которых центральный атом находится не в высшей степени окисления.

Масса кислорода объемом 70 мл при нормальных условиях соответствует 0,1 г, что равно массе водорода, выделившегося при электролизе на катоде. Количество водорода, таким образом, равно 0,05 моль. В осадок выпадает либо сульфат бария, либо смесь сульфата и сульфита бария. Если выделилось 0,05 моль водорода, то выпало 0,05 моль BaSO_3 , т. е. 11,65 г. Однако на самом деле выделилось 22,5 г осадка, значит, в растворе еще остался сульфит, который выпал в осадок в виде BaSO_3 массой

$$m(\text{BaSO}_3) = 22,5 - 11,65 = 10,85 \text{ г} \\ (0,05 \text{ моль}).$$

Таким образом, изначально в растворе было 0,1 моль Na_2SO_3 , т. е. 12,6 г. Объем раствора составил 114,5 мл.

Стоит отметить, что подобная «ловушка» пока еще не встречается в ЕГЭ (в тестовом задании про электролиз авторы стараются избегать подобных анионов), однако велика вероятность (в

связи с тенденцией усложнения ЕГЭ), что скоро (как минимум в

задаче 34) школьники встретятся и с этим.

Задача 3 (Автор – Свитанько З.П.)

Для определения массовой доли элемента **X** в чугуна образец исследуемого чугуна помещают в трубчатую печь, где сжигают в токе кислорода при высокой температуре. Продукты сгорания поступают в склянку, содержащую водный раствор иода с добавлением иодида калия, либо смесь иодида и иодата калия. По мере сгорания пробы следят за окраской раствора в склянке, и при уменьшении интенсивности окраски добавляют дополнительное количество реагента для полного протекания реакции. Массовую долю элемента **X** рассчитывают, исходя из количества реагента, затраченного на титрование продукта сгорания.

1) Определите элемент **X**.

2) Напишите уравнения реакций, которые могут протекать при сгорании исследуемой навески (не менее шести, учитывая известный вам состав чугуна), а также уравнения реакций, протекающих в склянке в случае использования I_2/KI и KIO_3/KI .

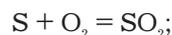
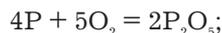
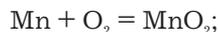
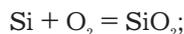
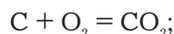
3) Для анализа было взято 5,0 г чугуна. При титровании в склянке было израсходовано 25,4 мл раствора I_2 с концентрацией 1 г/л. Рассчитайте массовую долю элемента **X** в чугуна.

Решение:

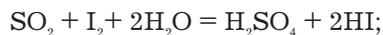
Единственный элемент, который содержится в чугуна и после окис-

ления кислородом сохраняет способность к окислению иодом, – это сера, сгорающая до оксида серы (IV).

Реакции, которые можно было бы написать (очевидно, этих реакций гораздо больше, в качестве правильных засчитывались любые – главное, чтобы элемент входил в состав чугуна):



можно еще написать реакции горения хрома, никеля, алюминия и других непостоянных примесей.



Масса иода в растворе – 0,0254 г (0,0001 моль). Таким образом, серы в 5 г исследуемого образца содержится 0,0001 моль (0,0032 г). Массовая доля серы – 0,00064 %.

Это классическая задача на качественный анализ. Такие задачи в качестве подзадач часто встречаются на олимпиадах разного уровня, в том числе на всероссийской олимпиаде школьников.

Задача 4 (Авторы – Данилов М.Р., Марков М.А.)

Элемент **X** входит в пятерку самых распространенных элементов земной коры. Соединения данного элемента **A** и **B** выступают в роли катализаторов некоторых органических реакций. Из соединения **C** можно получить углеводо-

род **D**. Массовые доли элемента **X** в соединениях:

A	B	C
53 %	20,2 %	75 %

D нагрели до 1500 °С с получением вещества **E**. К **E** добавили водород и катализатор Линдлара (Pd, CaCO₃,



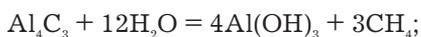
PbCl₂). После нагревания получили вещество **F**, которое многократно пропустили через подкисленную нагретую воду, образовав вещество **G**. Далее из **G** был произведен синтез Лебедева (катализаторы синтеза – ZnO, Cr₂O₃, **A**) с выделением углеводорода **H**, из которого можно получить полимер.

Определите соединения **A–H** и напишите уравнения всех упомянутых реакций. В каких реакциях может участвовать катализатор **B**? Укажите структурную формулу полимера, который можно получить из **H**. Какое название имеет этот полимер?

Решение:

Судя по описанию, элемент **X** – алюминий (особенно хорошо это видно из набора катализаторов для реакции Лебедева). По расчету **A** – Al₂O₃; **B** – AlCl₃; **C** – Al₄C₃; **D** – CH₄; **E** – C₂H₂; **F** – C₂H₄; **G** – C₂H₅OH; **H** – C₄H₆ (бутадиен-1,3).

Реакции:



(на отравленном палладии);



Последняя реакция (реакция Лебедева) вызывает особые затруднения у школьников, поскольку она является одновременно реакцией дегидратации и дегидрирования (в качестве катализаторов дегидратации выступают оксиды цинка и алюминия, в качестве катализатора дегидрирования – оксид хрома). Среди некоторых химиков она в шутку носит название «галоши из картошки», что намекает на то, что этиловый спирт получается путем спиртового брожения из глюкозы, которая в свою очередь может быть получена из картофельного крахмала, а из бутадиена-1,3 можно получить резину для галош.

B может выступать в роли катализатора в реакциях изомеризации алканов, Фриделя-Крафтса (алкилировании бензола) и др.

Полимер – бутадиеновый каучук (–CH₂–CH=CH–CH₂)_n.

Данная задача охватывает большой круг превращений углеводов, которые проходятся в начале 10 класса.

Задача 5 (Автор – Высоцкая Е.В.)



Малахит (фото Н.И. Морозовой)

При прокаливании малахита (основного карбоната меди) в муфельной печи его масса уменьшилась на

30%. Определите качественный и количественный состав полученного твердого остатка. Напишите уравнения реакций, протекающих при разложении малахита, а также уравнения реакций твердого остатка с концентрированной азотной кислотой.

Решение:

Если бы разложение малахита шло до оксида меди, то при разложении 222 г (CuOH)₂CO₃ выделялось бы 2 моль CuO, т.е. 160 г. Потеря массы составляла бы при этом 27,93%. Таким образом, дополнительно разлагается CuO до Cu₂O. Масса смеси двух оксидов составля-

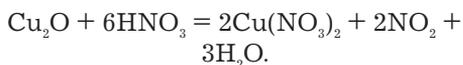
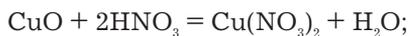
ет $222,0,7 = 155,4$ г. При этом при разложении 1 моль малахита выделяется $2x$ моль CuO и $1 - x$ моль Cu_2O .

Составим уравнение:

$$160x + 144(1 - x) = 155,4.$$

Отсюда $x = 0,7125$ моль. Таким образом, выделилось $0,2875$ моль Cu_2O ($41,4$ г – это $26,64\%$) и $1,425$ моль CuO (114 г – $73,36\%$).

Реакции:



Большинство школьников, разумеется, знает продукты разложения нитрата меди (оксид меди (II), оксид азота (IV) и кислород). Однако очевидно, что в реальности мы не всегда

получаем те продукты, которые написаны в школьном учебнике. Реальная температура, которая была достигнута в муфельной печи, не указана в условии задачи, при этом единственное численное значение показывает, что разложение прошло не как обычно. Если бы в задаче было указано, что потеря массы составляет меньше, чем $27,93\%$, то было бы очевидно, что не весь нитрат разложился, а что делать, если больше? Оксид меди (II) разлагается при температуре 1026°C , при этом температура разложения оксида меди (I) – 1800°C , что говорит о том, что оксид меди (II) разлагается именно до оксида меди (I). Для того, чтобы избежать ошибок в такой задаче (всего с одним численным данным!), ее надо решать в общем виде с использованием пропорций (если бы был 1 моль малахита, то что бы получилось? Потеря массы составила больше, чем $27,93\%$, что нам это говорит?).

Задача 6 (Автор – Хребтова С.Б.)

Чрезвычайно реакционноспособная частица **X**, которую можно получить из 1,1-дихлорэтана, содержащая $56,80\%$ хлора по массе, присоединяется к этилену с образованием соединения **A**. Обработка вещества **A** горячим спиртовым раствором щелочи позволяет получить углеводород **B**, плотность паров которого по водороду составляет 27. Углеводород **B** также способен присоединять частицу **X**, что приводит к соединению **C**, которое содержит $30,47\%$ хлора (масс.). В горячем спиртовом растворе щелочи соединение **C** превращается в углеводород **D**, который, в свою очередь, способен присоединять частицу **X**. После присоединения пятой частицы **X** в расчете на одну молекулу этилена полученный продукт **E** обработали спиртовым раствором щелочи. Присоединение к полученному углево-

дороду **F** чрезвычайно реакционноспособной частицы **Y**, содержащей $85,71\%$ углерода, приводит к углеводороду **G**, который не присоединяет **X** или **Y**. Известно, что присоединение к этилену частицы **Y** приводит к образованию углеводорода **H** с плотностью по водороду 21, не вступающего в реакцию полимеризации. Напишите структурные формулы веществ **A – H** и частиц **X** и **Y** с учетом того, что все реакции с горячим спиртовым раствором щелочи идут против правила Зайцева. Углеводород **G** отличается очень высокой температурой сгорания. Поясните этот факт. Где мог бы использоваться углеводород **G**?

Решение:

Реакционные частицы – карбены. **Y** – $:\text{CH}_2$. Присоединение **Y** к этилену приводит к циклопропану (**H**).

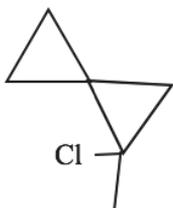


Х по расчету – $\text{CH}_3\text{-CCl}$:

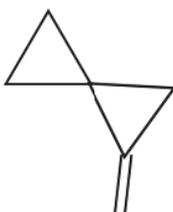
Соединение **А** – 1-хлор,1-метилциклопропан;

Соединение **В** – метиленициклопропан;

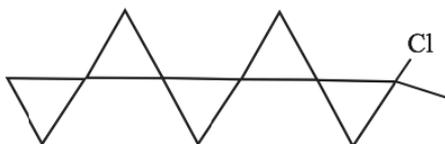
Соединение **С**:



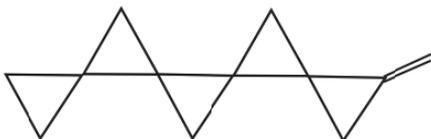
Соединение **Д**:



Соединение **Е**:



Соединение **Ф**:



Соединение **Г**:



Соединения с напряженными циклами отличаются большой температурой сгорания и могут использоваться в качестве ракетного топлива.

Последняя (и, на мой взгляд, самая красивая) задача охватывает весьма интересную область органической химии, которая (к большому сожалению!) почти не проходит в школьном курсе – карбены. Однако для успешного решения этой задачи о карбенах не нужно знать ничего (возможно, кроме того, что они вообще существуют)! Вся информация дается в середине задачи («Известно, что присоединение к этилену частицы **У** приводит к образованию углеводорода **Н** с плотностью по водороду 21, не вступающего в реакцию полимеризации»). Очевидно, что молярная масса 42 соответствует брутто-формуле C_3H_6 , а это либо пропен, либо циклопропан. С учетом того, что вещество не вступает в реакцию полимеризации, это точно циклопропан. Из этого становится понятен механизм присоединения карбенов к алкенам, после чего задача решается очень быстро (если при этом не забывать про правило Зайцева).

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Загадка

Имею электрон без пары;
Прошли меня в теме «Алканы»:
Водород на галоген менялся,
И газ при этом получался.
Вообще реакции мои такие:

Начало – рост – обрыв цепи.
Когда обычно называют,
Мне суффикс «ил» предоставляют.
Учебник если ты читал,
То знаешь, кто я...

Радикал

Александра С.



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.

Загорский Вячеслав Викторович

Кандидат химических наук, доктор педагогических наук, профессор СУНЦ МГУ имени М.В. Ломоносова

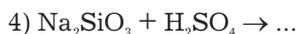
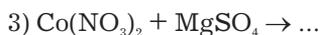
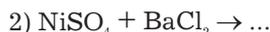
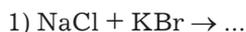


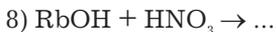
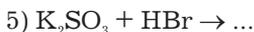
Второй этап Интернет-олимпиады СУНЦ МГУ 2018-19: КОМПЛЕКТ ПО ХИМИИ

Интернет-олимпиада СУНЦ МГУ ежегодно проводится в три этапа по пяти традиционным для этого учебного заведения предметам: математике, физике, химии, биологии, информатике. Первый этап является тренировочным. Настоящее соревнование начинается со второго этапа. Задания по каждому предмету открываются на четыре дня, за эти четыре дня можно выбрать удобное время, решить их и загрузить ответы. Проверка ответов автоматическая, поэтому важно не допустить ошибку не только в решении, но и в записи ответа. По итогам второго этапа определяется список школьников, допущенных на заключительный этап олимпиады в каждом классе по каждому из предметов.

Задания для учащихся 9-10 классов

Задача 1. Выберите реакции, которые в водном растворе протекают до конца:

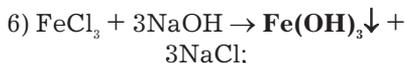
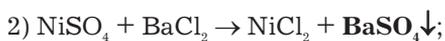




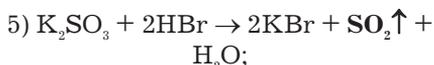
Ответы запишите в порядке возрастания, без пробелов и знаков препинания.

Решение: В водном растворе до конца протекают реакции ионного обмена, в результате которых:

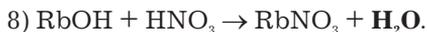
- образуется осадок:



- выделяется газ:



- образуется слабый электролит или неэлектролит:



Ответ: 24568.

Обратите внимание, что ответы «2 4 5 6 8», «2,4,5,6,8», «42568» считаются неверными. Хотя по сути все номера правильных реакций перечислены и нет неправильных, нарушена форма записи ответа – налицо невнимательность. В тренировочном туре за такие ошибки может быть поставлен половинный балл, но в отборочном это 0 баллов, не подлежащие апелляции.

Задача 2. Соединение, изображенное на фотографии, получено постепенным добавлением раствора гидроксида натрия к раствору ацетата хрома (III). Содержание хрома в этом веществе 23,32 %.



Запишите формулу этого вещества. Не забывайте, что все символы пишутся латинскими буквами. Индексы записываются строчными цифрами. Например: $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$.

Решение: В результате добавления щелочи к раствору соли хрома может выпасть в осадок гидроксид хрома, а в избытке щелочи могут образоваться комплексные соли $\text{NaCr}(\text{OH})_4$ или $\text{Na}_3\text{Cr}(\text{OH})_6$. Найдем массовые доли хрома в этих соединениях:

Вещество	M(вещества), г/моль	$\omega(\text{Cr})$, % (масс.)
$\text{Cr}(\text{OH})_3$	103	50,48
$\text{NaCr}(\text{OH})_4$	143	36,36
$\text{Na}_3\text{Cr}(\text{OH})_6$	223	23,32

Таким образом, на фотографии – $\text{Na}_3\text{Cr}(\text{OH})_6$.

Можно решать задачу и другими путями. Например, предположив, что в формульной единице содержится 1 атом хрома, найдем молярную массу соединения:

$$M = M(\text{Cr})/\omega(\text{Cr}) = 52/0,2332 = 223 \text{ г/моль}.$$

На остальные элементы приходится $223 - 52 = 171$ г/моль. Если предположить, что вещество не содержит натрия и является каким-то гидроксидом хрома, то при попытке найти число OH-групп получим



$$n(\text{OH}) = M/M(\text{OH}) = 171/17 = 10,$$

что никак невозможно.

Допустим, вещество – гидрат гидроксида хрома, т.е. содержит в структуре молекулы воды. Попробуем посчитать, сколько молекул воды может быть в составе формульной единицы.

Число ОН-групп	Число молекул воды
1	8,6
2	7,6
3	6,7
4	5,7
5	4,8
6	3,8

Очевидно, что ничего разумного мы не получили (на самом деле можно было проверить только вариант с тремя ОН-группами – степень окисления хрома в этих условиях не будет меняться).

Значит, вещество содержит также натрий. Проверим разное количество атомов натрия в формульной единице.

Число атомов натрия	M(остатка), г/моль	остаток
1	148	ничего разумного
2	125	ничего разумного
3	102	6 ОН-групп

Конечно, такой способ более громоздок, и стоит научиться решать задачи быстро и экономно. Но он тоже имеет право на существование.

Ответ: $\text{Na}_3\text{Cr}(\text{OH})_6$.

Задача 3. Посмотрите фильм по адресу <https://www.youtube.com/watch?v=k017Ub6sJFk>.

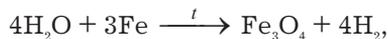
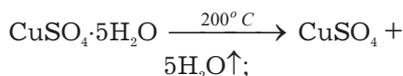
В пробирку поместили 5,0 г медного купороса. Пробирку заткнули

резиновой пробкой с длинной железной газоотводной трубкой. Затем вещество в пробирке нагрели до 200 °С, а железную трубку нагрели до красного каления. Какой объем газа в литрах (н.у.) получится на выходе из железной трубки? Округлите до целых.

Решение: Количество медного купороса

$$v(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = m/M = 5/250 = 0,02 \text{ моль.}$$

Согласно уравнениям реакций



на 1 моль медного купороса выделяется 5 моль воды, а на каждый моль воды выделяется 1 моль водорода. Т.е. количество водорода 5 моль на 1 моль медного купороса, или 0,1 моль на 0,02 моль медного купороса. Это составит

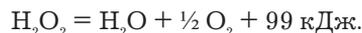
$$V(\text{H}_2) = v \cdot V_m = 0,1 \cdot 22,4 = 2,24 \text{ л.}$$

Ответ: 2.

Еще одно замечание: ответ 2,24 считается неверным! Условие округления должно быть выполнено.

Задача 4. В стакан, содержащий 100,0 г 34 %-ного раствора пероксида водорода, добавили 0,2 г оксида марганца (IV). Немедленно началась бурная реакция; содержимое стакана разогрелось до 105 °С.

Определите массу жидкости, которая осталась в стакане после окончания реакции



вещество	Температура кипения, °С	Теплота испарения, кДж/г
H_2O	100	2,26
H_2O_2	150,2	4,0



Ответ в граммах округлите до десятых долей.

Решение: Масса пероксида водорода

$$m(\text{H}_2\text{O}_2) = m(\text{p-ра}) \cdot \omega = 100,0 \cdot 0,34 = 34 \text{ г.}$$

Масса воды, соответственно, равна $100 - 34 = 66 \text{ г.}$

Количество пероксида водорода

$$v(\text{H}_2\text{O}_2) = m/M = 34/34 = 1 \text{ моль.}$$

Согласно уравнению реакции, при разложении такого количества пероксида водорода выделяется 0,5 моль кислорода, т. е.

$$m(\text{O}_2) = M \cdot v = 32 \cdot 0,5 = 16 \text{ г.}$$

При разложении 1 моля пероксида водорода выделяется 99 кДж теплоты, за счет которой может испариться вода массой

$$m(\text{H}_2\text{O}) = Q/Q_{\text{исп}} = 99/2,26 = 44,47 \text{ г.}$$

Испарение пероксида водорода не происходит, т.к. температура 105°C для этого недостаточна (см. значения температуры кипения)¹.

В стакане остается жидкость массой

$$m = m(\text{p-ра}) - m(\text{O}_2) - m(\text{H}_2\text{O}) = 100 - 44,47 - 16 = 39,53 \text{ г,}$$

а также MnO_2 (который жидкостью не является, следовательно, его масса не учитывается).

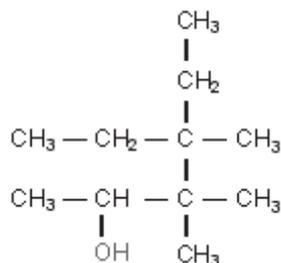
Задания для учащихся 7-8 классов

Задача 1. Выберите оксиды, которые могут проявлять кислотные свойства: 1) Na_2O ; 2) BeO ; 3) Cr_2O_3 ; 4) CrO_3 ; 5) N_2O ; 6) N_2O_3 ; 7) N_2O_5 ; 8) Cu_2O ; 9) Cl_2O . Запишите их номера в порядке возрастания, без пробелов и знаков препинания.

¹ На самом деле частичное испарение жидкостей происходит и ниже температуры кипения. Так, в воздухе при любой температуре (в том числе ниже 100°C !) содержится некоторое количество водяного пара. Но при решении подобных задач, где речь идет о быстром процессе, подобными небольшими эффектами можно пренебречь.

Ответ: 39,5.

Задача 5. Дайте название изображенному веществу по систематической номенклатуре.



Помните, что при записи названия пробелы между знаками препинания (дефисы, запятые), буквами и цифрами не ставятся. Например: 3,4-диметилпентен-4-он-2.

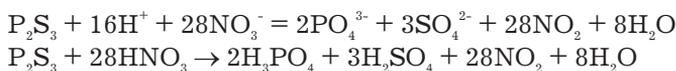
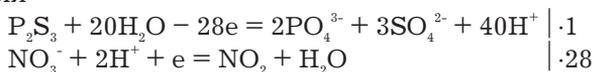
Ответ: 3,3,4-триметил-4-этилгексанол-2.

В этом ответе важно всё: каждая циферка, черточка, запятая и порядок перечисления заместителей. Сущность систематической номенклатуры в том, что каждому веществу соответствует единственное название, и наоборот, по названию можно однозначно определить структурную формулу вещества. Названия даются по строгим правилам. Поэтому любая забытая запятая, или лишний пробел между «этил» и «гексанол», или отсутствие приставки «три» перед «метил» и т.п. — это ошибка не в грамматике, а в химии.

Решение: Оксиды неметаллов в большинстве своем кислотные — в данном списке это оксид хлора и оксиды азота, кроме несолеобразующего N_2O . Среди оксидов металлов — кислотный CrO_3 (оксид, в котором металл проявляет высокую степень

окисления), а также амфотерные BeO и Cr_2O_3 , проявляющие кислотные свойства в реакциях с основными реагентами. Оксиды металлов в степени окисления +1 кислотных свойств не проявляют. **Ответ:** 234679.

Задача 2. Какой коэффициент должен стоять перед окислителем в уравнении реакции



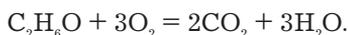
Ответ: 28.

Задача 3. Посмотрите фильм по адресу

<https://www.youtube.com/watch?v=1iEK94y1CxU>.

В ракете фау-2, созданной в годы второй мировой войны, в качестве горючего использовали 3,9 т 75 %-ного раствора этилового спирта. Какую массу окислителя – жидкого кислорода – заливали в ракету перед стартом? Ответ округлите до 0,1 т.

Решение: Составим уравнение реакции сгорания топлива:



Количество спирта в ракете

$$\begin{aligned} v(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) &= m/M = m(\text{p-ра}) \cdot \omega / M = \\ &= 3,9 \cdot 10^6 \text{ г} \cdot 0,75 / 46 \text{ г/моль} = \\ &= 6,36 \cdot 10^4 \text{ моль}. \end{aligned}$$

Согласно уравнению реакции, для сгорания 1 моля спирта нужно 3 моля кислорода. Т.е. для сгорания $6,36 \cdot 10^4$ моль спирта понадобится

$$\begin{aligned} v(\text{O}_2) &= 3v(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 3 \cdot 6,36 \cdot 10^4 = \\ &= 1,91 \cdot 10^5 \text{ моль}. \end{aligned}$$

Это составит

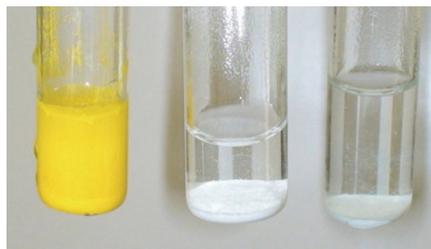
$$\begin{aligned} m(\text{O}_2) &= M \cdot v = 32 \cdot 1,91 \cdot 10^5 = 6,112 \cdot 10^6 \text{ г} \\ &\approx 6,1 \text{ т}. \end{aligned}$$

Ответ: 6,1.



Решение: Окислитель принимает электроны, это N в HNO_3 . Уравняем реакцию (это можно делать любым способом, не обязательно методом электронно-ионного баланса, приведенным здесь):

Задача 4. К раствору ацетата свинца добавили в разных пробирках растворы хлорида натрия, бромида калия, иодида рубидия. Напишите формулу вещества, которое выпало в осадок в левой пробирке. Индексы записывайте строчными цифрами (например: Fe_2O_3). Не забудьте использовать латинские буквы!



Решение: Катионы свинца дают с галогенид-анионами осадки (можно этого и не знать, достаточно посмотреть в таблицу растворимости). Хлорид и бромид свинца белые, единственный окрашенный галогенид свинца – это желтый иодид.

Ответ: PbI_2 .

Задача 5. Углекислый газ объемом 4,48 л (н.у.) пропустили в 100 г 6 %-ного раствора гидроксида натрия. Сколько моль соли образовалось в растворе? Запишите число с точностью до сотых долей и через пробел – формулу соли. Индексы записывайте строчными цифрами



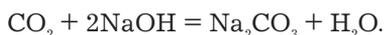
(например: Fe_2O_3). Не забудьте использовать латинские буквы!

Решение: Найдем количества реагентов:

$$v(\text{CO}_2) = V/V_m = 4,48/22,4 = 0,2 \text{ моль};$$

$$v(\text{NaOH}) = m/M = m(p\text{-ра}) \cdot \omega/M = 100 \cdot 0,06/40 = 0,15 \text{ моль}.$$

Возможные уравнения реакций углекислого газа со щелочью:



Очевидно, что для протекания второй реакции нужен избыток щелочи. Поэтому будет протекать первая реакция. Углекислый газ в избытке, считаем по щелочи. Образуется 0,15 моль гидрокарбоната натрия.

Ответ: 0,15 NaHCO_3 .

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Несколько радикалов на выбор

1. Свободные радикалы – частицы (как правило, неустойчивые), содержащие один или несколько неспаренных электронов на внешней электронной оболочке.



2. Углеродный радикал – группа атомов, соединённая с функциональной группой молекулы.

R-

3. Политический радикал – человек, придерживающихся крайних, радикальных взглядов по какому либо вопросу.



(<https://im0-tub-ru.yandex.net/i?id=c06ad45490fdbdccc122bcde898aa92e2-l&n=13>)

4. Знак корня в математике.



5. Иероглифический ключ в китайском языке.



И многое другое... А какие радикалы знаете вы?

Исследовательская деятельность



Бутакова Нина Сергеевна

Выпускница химического класса СУНЦ МГУ им. М. В. Ломоносова. Призер олимпиад по химии I уровня «Ломоносов», ВООШ, «Юные таланты». Сфера научных интересов – парфюмерная химия, биохимия, органическая химия

Барсанова Снежана Сергеевна

Выпускница химического класса СУНЦ МГУ им. М.В. Ломоносова. Призер олимпиад по химии I уровня «Ломоносов», ВООШ, «Юные таланты». Участник Межрегионального химического турнира в составе команды «nishelA_belG» в 2018/19 годах. Сфера научных интересов – медицинская химия, психология, биохимия



The whisper of the library

Чем пахнут старые книги? Из статьи вы узнаете не только о том, какие вещества придают книгам неповторимый аромат, но и о том, как юные химики составили на основании своих исследований парфюмерную композицию.

Духи живут во времени; у них есть своя молодость, своя зрелость и своя старость.

*Патрик Зюскинд
«Парфюмер. История одного убийцы»*

Всю жизнь: от рождения до самой смерти – нас окружают запахи. Запах тела матери, запах свежих овощей на рынке, свежее испеченного хлеба в пекарне – количество запахов, сопровождающих наше существование, не счесть. Для каждого из нас ароматы субъективно делятся на приятные и неприятные. Кто-то без ума от запаха свежескошенной травы, а кому-то нравится запах крас-

ки, недавно нанесенной на забор у бабушки на даче. Восприятие мира с помощью запахов важно, ведь они предупреждают нас об опасности, делают неоценимый вклад при выборе спутника жизни. Химики-технологи, стараясь повысить привлекательность пищи для потребителя, добавляют в нее синтетические ароматизаторы. А парфюмеры, стремясь внести разнообразие в

«палитру» повседневных запахов, составляют многогранные и неординарные композиции, сочетая несочетаемое. Но не все хорошо знакомые нам запахи столь обыденны. Наш любопытный взгляд упал на книжную полку, и мы глубоко задумались: а чем же пахнут книги и почему они вообще пахнут?

Аромат старых книг возникает вследствие разложения химических соединений, входящих в состав книги. Основные компоненты бумаги – целлюлоза и лигнин (его меньше в современных книгах). Лигнин в ответе за желтоватый оттенок бумаги, разлагаясь под воздействием кислорода на кислоты, в свою очередь разрушающие целлюлозу. Хотя в современном производстве из бума-

ги удаляется значительное количество лигнина, целлюлоза все равно со временем подвергается процессу окисления от взаимодействия с окружающей средой.

В процессе разложения лигнина и целлюлозы образуются летучие вещества, отвечающие за запах старой бумаги: бензойный альдегид (запах горького миндаля и яблочных семечек), ванилин (как ни странно, запах ванили), этилбензол (сладковатый запах, отдаленно напоминающий бензин) и толуол (бальзамический сладковатый запах), фурфураль (запах миндаля и черного хлеба), а также 2-этилгексанол (цветочный оттенок) – и это только наиболее характерные из составляющих описываемого запаха (рис. 1).



Рис. 1. Наиболее характерные составляющие запаха старой книги [1]

Изучив информацию по данной теме, мы поняли, что многие ученые-химики и парфюмеры интересовались этим. И исследователи из Института сохранения культурного наследия при Университетском колледже в Лондоне разработали метод сохранения и воспроизведения запахов. В ходе исследования ученые создали «колесо запахов» исторической книги, позволяющее в дальнейшем воспроизвести в любом месте аромат старой бумаги из

библиотеки Собора святого Павла в Лондоне [2].

Их исследование происходило в несколько этапов. На первом этапе они давали случайным посетителям библиотеки «изучить» запах старых книг и охарактеризовать его словами. Посетители чаще всего описывали аромат библиотеки как «древесный» (выбрали 100 % респондентов), затем как «дымчатый» (86 %), «земной» (71 %) и «ванильный» (41 %). Интенсивность запахов оце-

Запах новых книг очень сильно отличается от запаха старых книг. И сам по себе он очень разнится. На него влияет состав чернил и клеевых композиций, а также способ отбеливания бумаги. Наиболее распространенным типографским клеем на данный момент является сополимер этилена и винилацетата (рис. 4). Существует

много способов отбеливания бумаги: перекисная, хлорная, озоновая; вещества отбеливания могут разлагать бумагу с образованием летучих соединений. Чернила придают запах книгам за счет растворителей (глицерин, этанол) и модификаторов вязкости и скорости высыхания (изопропиловый спирт, глицерин, этиленгликоль).

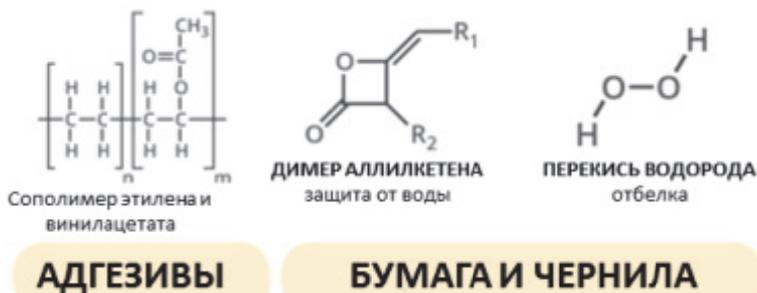


Рис. 4. Вещества, отвечающие за аромат новой книги [1]

Разобравшись в том, чем же пахнут книги, парфюмеры решили применить свои знания и создать парфюмерные композиции, максимально близкие к реальности. По заказу дома Karl Lagerfeld выдумщик и парфюмерный футурист Геза Шоен сделал парфюм с запахом книги «Paper Passion» (рис. 5) [4]. Нам довелось познакомиться с данным аро-

матом, но он показался нам чересчур «клеевым» и мало похожим на книгу. Также Кристофер Бросиус попытался воплотить запах книг и старой библиотеки в своем аромате «In The Library» (рис. 6). На наш взгляд, эта композиция навеивает представления о старых книгах, но немного переключается с запахом церкви за счет ладанного аккорда.



Рис. 5. Флакон и оформление парфюма «Paper Passion» [4]



Рис. 6. Духи «In The Library» [4]

Изучив и химическую, и парфюмерную составляющую данной темы, мы решили попробовать создать свою композицию. За помощью мы обратились к Матвею Юдову (парфюмер MYSL и редактор Fragrantica). Именно он помог нам разобраться в составляющих запаха книг и дал «послушать» уже существующие парфюмерные композиции, связанные с этой темой. Как мы поняли, для человека довольно индивидуально понятие запаха книг, поэтому мы постарались объективно выделить несколько запахов и перевести их на химический язык. А вот и они: древесина, кожа, пыль (и немного плесени), что-то сладкое, напоминающее мамину выпечку.

В номинации «пыль» победу одержали в основном цветочные запахи: кумарин (запах свежескошенного сена) (рис. 7) и гексаналь (свежий запах зелени) (рис. 8). Для создания древесного аккорда мы объединили следующие вещества: Iso E Super (сухой древесно-кедровый запах, с нотками пачули и с лёгкими фенольными нотками) (рис. 9), эфирное масло кедра атлас-

ского, амброксан (сухой древесный аромат) и пачули (восточный запах, смолянистый древесный аромат). Кожаные нотки нам подарил кастореум. В больших количествах это смесь веществ (основные компоненты: бензиловый спирт, 4-этилфенол, бензойная кислота и 4-этиловый гваякол) (рис. 10) не с самыми приятными душистыми свойствами, в малых – приятный животный аромат. Чем-то сладким, напоминающим мамины булочки, оказались: ванилин (рис. 11), резинOID бензойной смолы (пахнет почти как ванилин, только запах более глубокий и древесный) (рис. 12), 5-метилфурфураль (сладко-ореховый запах ржаного хлеба, отдаленно напоминающий карамель) (рис. 13).

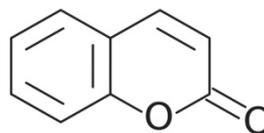


Рис. 7. Структурная формула кумарина

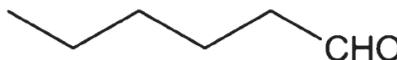


Рис. 8. Структурная формула гексанала

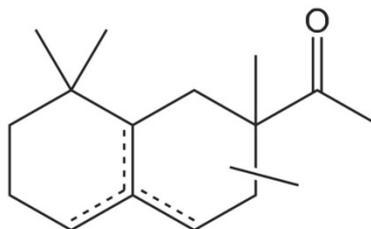


Рис. 9. Структурная формула Iso E Super

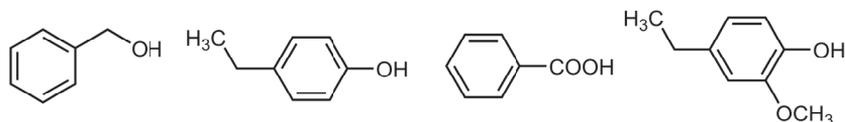


Рис. 10. Структурные формулы основных компонентов кастореума (слева направо): бензиловый спирт, 4-этилфенол, бензойная кислота и 4-этилгваякол

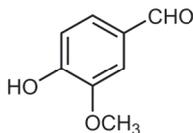
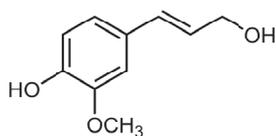
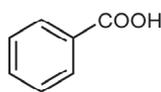


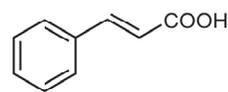
Рис. 11. Структурная формула ванилина



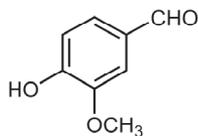
конфериловый спирт



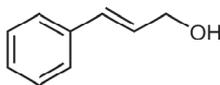
бензойная кислота



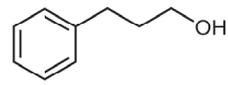
коричная кислота



ванилин



коричный спирт



3-фенилпропиловый спирт

Рис. 12. Основные компоненты резиноида бензойной смолы

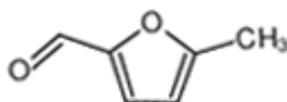


Рис. 13. Структурная формула 5-метилфурфурала

Обоняние в современном мире не является столь важным аспектом в жизни человека, как раньше, хотя приблизительно тысяча генов (около 4% генома человека) отвечает за идентификацию запахов и работу обонятельных рецепторов [5]. Есть такие ароматы, которые мы можем ощущать все реже и реже из-за того, что привычные вещи просто пере-

стают быть актуальными на сегодняшний день. Так, всем нам знакомый запах старой книги редко можно учуять, читая литературное произведение, ведь большинство людей перешло на электронные аналоги. Но мы, химики, изучив состав книжного аромата на основе существующих исследований, воссоздали этот прекрасный аромат.

Под чутким руководством Матвея Викторовича Юдова мы стали пробовать смешивать упомянутые нами ранее вещества, напоминающие запах пожелтевших страничек, кожи и пыли. Получив пробную композицию, мы давали ее протестировать преподавателям, учащимся и воспитателям СУНЦ МГУ, не знающих, чем мы

занимались, и просили их охарактеризовать аромат и привести ассоциацию с определенным предметом. К сожалению, никто не смог с ходу сказать, что это запах старой книги, что в принципе неудивительно, так как это довольно абстрактный предмет. Но, когда мы говорили, что мы пытались воссоздать аромат книги, многие соглашались и утверждали, что похоже. Забавно, что для большинства женщин, которым довелось протес-

тировать запах, он оказывался неприятным, к тому же напоминающим шипровые бабушкины духи. Второе для нас было комплиментом, но первое казалось недостатком, который мы исправили в дальнейшем. Результат нашей работы – парфюмерная композиция, отдаленно напоминающая аромат старой пыльной книги, найденной у бабушки на чердаке. Количественные соотношения компонентов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Состав парфюмерной композиции

Название компонента	CAS No	Массовая доля компонента в композиции, %
Iso E Super	54464-57-2	64,31
Vanillin	121-33-5	16,59
Ambrox Super	3738-00-9	6,40
Benzoin Siam Resinoid	9000-72-0	5,87
Coumarin	91-64-5	3,09
Cedar Atlas EO	8023-85-6	1,54
Apo Patchone Coeur	4621-04-9	1,09
5-Methyl Furfural	620-02-0	0,49
Hexanal (Aldehyde C-6)	66-25-1	0,28
Amber Xtreme	476332-65-7	0,22
Castoreum Abs	8023-83-4	0,12

По окончании работы нашим преподавателям: Морозовой Наталье Игоревне и Ситниковой Марии Валентиновне – довелось сравнить нашу композицию с духами «Paper Passion». По их мнению, наша композиция в большей

степени приближена к реальности, хоть и «избыточно сладка», и напоминает не просто запах проклеенной бумаги, как у Гезы Шоена, а «полноценную старинную книгу в кожаной обложке, покрытой слоем вековой пыли».

Литература

1. Занимательная химия. Запах книг: <http://www.alto-lab.ru/zanimatelnaya-himija/zapah-knig/>.
2. Е. Власова. Ученые нашли способ «понюхать историю». // N+1 – научно-популярное развлекательное издание: <https://nplus1.ru/news/2017/04/11/Historic-Book-Odour-Wheel>.
3. Ученые определили возраст книг по запаху. // Портал «Субкультура»: <https://sub-cult.ru/literatura/7959-uchenie-opredelili-voznrast-knig-po-zapahu>.
4. Е. Прокофьева. Аромат книг в парфюмерии. // *Fragrantica*: <https://www.fragrantica.ru/news/Аромат-книг-в-парфюмерии-7889.html>.
5. Buck L., Axel R. A novel multigene family may encode odorant receptors: A molecular basis for odor recognition. // *Cell*, 1991, 65: 175–187.



Никонорова Анастасия Алексеевна

Выпускница биологического класса СУНЦ МГУ

Студентка 1 курса Биотехнологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова

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).



Зачем и как анализировать почву? Можно ли настроить плодородие? Часть 1

Почвы кормят нас, поэтому очень важно понимать, что в них содержится и сколько. Первая часть статьи расскажет о ключевых параметрах почвы, определяемых с помощью химического анализа.

Проблема плодородия почв возникла уже достаточно давно. Ее обсуждал Томас Мальтус в 1798 году в своем «Опыте о законе народонаселения» [1], когда отметил, что прирост населения происходит в геометрической прогрессии, а продуктивности сельского хозяйства – в арифметической. Кроме того, принятая тогда схема экстенсивного земледелия приводила к истощению почв. В связи с этим важной задачей стало понять, чем определяется пло-

дородие почв и можно ли им как-то управлять. Основной проблемой было то, что на тот момент было не до конца ясно, за счет чего растет растение, где оно берет питательные вещества для своего роста. И только в 1840 году Юстус Либих показал, что плодородие почв определяется наличием в них фосфора и калия, и истощение связано с истощением этих элементов. Важность третьего элемента – азота – была показана несколькими годами позже. В ре-

зультате использования минеральных удобрений продуктивность сельского хозяйства резко возросла.

Основным минусом удобрений было и остается их влияние на окружающую среду [2]. Избыточное их применение приводит к нарушению баланса питательных веществ и в итоге к нарушению экологического баланса и разрушению экосистем. До 1970-х годов эти минусы имели локальный характер, возникали в первую очередь как следствие неправильного использования удобрений и не рассматривались всерьез, однако

в начале 1990-х влияние удобрений на экосистемы приобрело глобальный масштаб в связи с накоплением локальных проблем и в целом увеличением масштаба их использования [2]. Это привело к взрывообразному росту водорослей в водоемах. Небольшие озера просто исчезали, превращаясь в болота, но пострадали и крупные реки и даже моря. Неконтролируемый рост биомассы водорослей, ряд из которых был токсичен для рыб и даже человека, привел к частичному сокращению популяции водных обитателей.



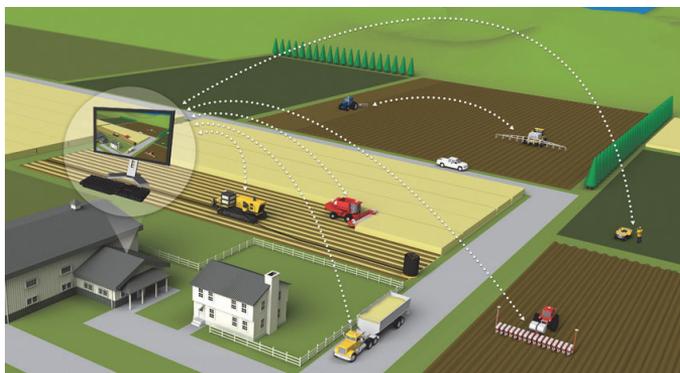
Избыточный рост водорослей на озере Эри, Канада

<https://www.tollebild.com/bilden/pond-floating-slime-lake-31.html>

Поэтому в то время стали развиваться концепции так называемого точного земледелия, основной идеей которого стала точная настройка плодородия почвы даже не в рамках одного поля, а в рамках малых участков почвы [2, 3].

Обычные агротехнические мероприятия предполагают внесение удобрений на поле по некоторому плану, который составляется для усредненной ситуации потребления удобрений данной культурой на данном типе почв. Очевидно, что в этом случае высока вероятность

внесения неэквивалентного количества питательных веществ, поэтому обычно закладывается определенная избыточность. Помимо экологических проблем это приводит к избытку тех же нитратов в растениях, что снижает качество продукции. В рамках точного земледелия количества удобрений рассчитываются не на поле в целом, а дозируются по малым его фрагментам так, чтобы уровень питательных веществ максимально точно соответствовал необходимому для оптимального развития растений.



Точное земледелие (http://ww2.business-club.bg/index.php?main_page=product_free_shipping_info&products_id=2004)

Очевидно, в рамках этой концепции крайне актуальным является агрохимический анализ почвы, позволяющий скорректировать ее состав оптимальным образом. В процессе агрохимического анализа почвы проводится определение кислотности (рН), механического состава почвы, содержания органического вещества (гумуса), а также степени насыщенности главными минеральными питательными элементами и микроэлементами. Все вышеперечисленные параметры имеют ключевое значение для уровня плодородия почвы и в дальнейшем влияют на качество и количество урожая.

Более того, состав почв не постоянен, он постоянно меняется. Растения потребляют питательные элементы, антропогенные загрязнения меняют уровень кислотности, даже погодные факторы, такие как уровень осадков, будут менять свойства почвы. Поэтому недостаточно проанализировать почву один раз, для поддержания максимальной эффективности необходим постоянный мониторинг как минимум ключевых параметров [4].

Плодородие почв – это способность почвы поддерживать рост сельскохозяйственных растений,

обеспечивать оптимальную среду обитания и приводить к стабильным выходам сельскохозяйственной продукции высокого качества. Плодородие почвы формируется в процессе её естественного развития и структуризации и зависит от всех характеристик почвы: способности поглощения влаги и тепла, гранулометрического состава, химических свойств, биологической составляющей, качества поверхностного и подпочвенного слоёв и др.

В целом все факторы, влияющие на плодородие почвы, можно разделить на 3 группы [5]:

1. Биологические: содержание и состав органического вещества (в особенности гуминовых кислот), видовой состав и численность почвенных микроорганизмов, паразитов, вредителей и сорных растений.

2. Химические: кислотность, содержание питательных веществ (аммонийный азот, нитратный азот, доступный фосфор, доступный калий, цинк, марганец и др.), химическая поглотительная способность почвы (хемосорбция).

3. Агрофизические: структура и строение почвы, гранулометрический состав, молекулярная адсорбция, мощность пахотного слоя, способность поглощения влаги и тепла.

Агрохимический анализ предполагает исследование факторов вто-

рой группы. Ряд наиболее важных рассмотрен далее.

Кислотность (рН почвы)

Почвенный рН является одним из важнейших параметров, от которых зависит плодородие почвы, т. к. при изменении кислотности почвы изменяется подвижность ряда ионов, от концентрации которых в почве во многом зависит рост растений.

В кислых условиях многие почвенные минералы растворяются, что приводит к повышению концентрации ионов металлов до токсических уровней. Основным токсичным металлом является алюминий, но высокие уровни содержания марганца и железа также могут ингибировать рост растений в этих ус-

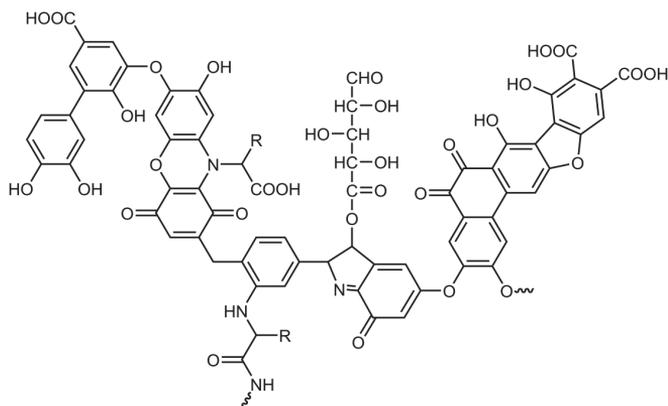
ловиях. Фосфор и молибден, напротив, менее доступны для растений в кислых почвах, также может наблюдаться недостаточность по ионам кальция и магния.

В щелочных условиях растворимость минералов уменьшается до такой степени, что начинается дефицит питательных веществ. Поэтому рост растений ограничен недостатком железа, марганца, цинка, меди и бора. Фосфор также менее доступен в щелочных почвах, и высокий уровень содержания кальция может препятствовать поглощению растениями ионов калия и магния [6].

Содержание гуминовых кислот

Гуминовые кислоты – один из двух классов натуральных кислотных органических полимеров, который может быть извлечен из гумуса, обнаруженного в почве, осадке или водной среде. Структура гуминовых

кислот крайне сложна и на настоящий момент до конца не установлена. Известно, что в их составе встречаются фрагменты фенолов, хинонов, карбоксильные группы и остатки сахаров.



Типичный фрагмент структуры гуминовой кислоты

Гуминовые кислоты предоставляют коренным микробам источник углерода для пищи, тем самым стимулируя их рост и активность. Почвенные микробы отвечают за перевод в растворимую форму жизненно важ-

ных питательных элементов, таких как фосфор, которые, адсорбируясь на молекулах гуминовых кислот и образуя с ними эфиры фосфорной кислоты, в свою очередь становятся более доступными для растения [7].

7 NITROGEN



Some forms of Nitrogen are toxic and other forms cause light-headedness.

N

Элемент азот (<http://kcd-elements.tumblr.com/>)

Азот входит в состав хлорофилла и аминокислот, являющихся мономерами белков (в белках примерно

Азот

16 – 18 % азота). Потребность растений в азоте больше, чем в любом другом питательном веществе, но только небольшая часть азота в почве доступна растениям. Почвенный азот доступен для растений как катион аммония NH_4^+ и как нитрат-анион NO_3^- , однако 98 % азота в почве находится в органических формах. Большинство форм органического азота не могут поглощаться растениями, за исключением некоторых небольших органических молекул. При недостатке азота листья растения приобретают бледную окраску, а затем желтеют, утрачивая способность фотосинтезировать [8].

15 PHOSPHORUS



It is the red Phosphorus in match tips that makes it ignite.

P

Элемент фосфор (<http://kcd-elements.tumblr.com/>)

Фосфор

Фосфор входит в состав нуклеиновых кислот растений – ДНК и РНК, которые, в частности регулируют синтез белка. Поэтому фосфор имеет важное значение для деления клеток и развития новой ткани. Растения с дефицитом фосфора отстают в росте и часто имеют аномальный темно-зеленый цвет [9]. Фосфор играет важную роль в поддержании обменных процессов, играет важную роль в процессе фотосинтеза, превращении азотосодержащих веществ и углеводов [10].

19 POTASSIUM



Potassium is a very reactive element that burns with a lilac flame.

K

Элемент калий (<http://kcd-elements.tumblr.com/>)

Калий

Калий является важным макроэлементом для роста растений, он регулирует многие происходящие в них биохимические и физиологические процессы. В фотосинтезе калий регулирует открытие и закрытие устьиц и, следовательно, регулирует поглощение CO_2 .

Ионы калия вызывают активацию ферментов и имеют важное значение для производства аденозинтрифосфата (АТФ). Также калий играет важную роль в регуля-

ции воды в растениях (осморегулирование), влияет на её поглощение корнями растения и выделением через устьица. Известно, что также калий улучшает засухоустойчивость. Калий необходим практически на каждой стадии синтеза белка. В синтезе крахмала фермент, ответственный за процесс, активируется именно ионами калия. В целом калий играет важную роль в

активации многих ферментов, необходимых для роста растений [11].

Итак, мы выяснили, зачем нужно регулировать использование удобрений и какова роль макроэлементов для растений. И мы знаем, что можно попробовать анализировать в почве. Во второй части мы выясним, как именно это можно делать, и попробуем исследовать некоторые параметры почв с обычного дачного участка.

Литература

1. Мальтус Т.Р. Опыт о законе народонаселения // Томас Р. Мальтус. Экологический постмодерн [Electronic resource]. 1798. URL: <https://ecocrisis.wordpress.com/1-2/suprapopulatia/malthus/> (accessed: 14.04.2018).
2. Werner W. Fertilizers, 6. Environmental Aspects // Ullmann's Encyclopedia of Industrial chemistry Vol 14. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2000. P. 295–307.
3. Delgado J.A., Lemunyon J. Nutrient management // Encyclopedia of Soil Science (Vol 2). Second Edi / ed. Lee R. CRC Press, 2006. P. 1157–1160.
4. McBratney A.B., Pringle M.J. Estimating Average and Proportional Variograms of Soil Properties and Their Potential Use in Precision Agriculture // Precis. Agric. 1999. Vol. 1, № 2. P. 125–152.
5. Факторы и показатели плодородия почв [Electronic resource]. URL: https://studopedia.ru/2_22169_faktori-i-pokazateli-plodorodiya-pochv.html (accessed: 12.12.2017).
6. How important is soil pH? [Electronic resource]. URL: <http://www.agroservicesinternational.com/Balanced/pH.html> (accessed: 12.12.2017).
7. Humic acids role in improving soil quality [Electronic resource]. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/humic-acids-role-improving-soil-quality-plant-growth-amber-sun> (accessed: 12.12.2017).
8. Carson J., Phillips L. Soil Nitrogen Supply [Electronic resource]. URL: <http://soilquality.org.au/factsheets/soil-nitrogen-supply> (accessed: 12.12.2017).
9. Soils. Part 6: Phosphorus and Potassium in the Soil [Electronic resource]. URL: <https://passel.unl.edu/pages/informationmodule.php?idinformationmodule=1130447043&topicorder=2> (accessed: 12.12.2017).
10. Хлорофилл. Роль в фотосинтезе [Electronic resource]. URL: <http://chem21.info/info/711601/> (accessed: 12.12.2017).
11. Sela G. Potassium in plants [Electronic resource]. URL: <http://www.smart-fertilizer.com/articles/potassium-in-plants> (accessed: 12.12.2017).



Профильное образование



Загорский Вячеслав Викторович

Кандидат химических наук, доктор педагогических наук, профессор СУНЦ МГУ имени М.В. Ломоносова

Задачи вступительных экзаменов по химии в СУНЦ МГУ в 2019 году

Чтобы поступить в 10 химический и биологический классы СУНЦ МГУ, весной школьники со всех концов России сдают вступительные экзамены 1-го тура. Экзамены можно сдать в Москве или в крупном городе недалеко от места жительства (так называемые выездные экзамены). В их состав входят задания по химии. В этом номере мы предлагаем вам задания с трех разных экзаменов текущего года. Попробуйте решить их самостоятельно, прежде чем найти решения в следующем номере.



Экзамен 1

Задача 1.

Винни-Пух массой 0,5 кг захотел меда из дупла.

Он нашел в лесу огромный тонкостенный полиэтиленовый мешок объемом 0,5 кубометра и массой 40 г, а также три дверных ручки из алюминия массой 120 г каждая. Кроме того, он нашел забытые туристами два десятилитровых ведра, наполненные 20 %-ным раствором гидроксида натрия.

1) Каков максимальный объем водорода (н. у.) можно получить из найденных Винни веществ?

2) Сможет ли Винни-Пух стать тучкой после получения водорода из найденных веществ?

Задача 2.

Имеются водные растворы следующих веществ: 1) гидроксид калия; 2) хлор; 3) нитрат серебра; 4) нитрат натрия.

С какими из этих растворов будет реагировать водный раствор бромида цинка? Напишите уравнения реакций.

Экзамен 2

Задача 1.

Пластиковую бутылку объемом 1,0 л наполнили углекислым газом при комнатной температуре и атмосферном давлении. Затем в бутылку насыпали примерно 2 г твердого гидроксида натрия и быстро плотно закрыли крышку. Что произойдет через некоторое время? Напишите уравнение реакции.

Задача 2.

В стакане находится 90 г снега при 0 °С.

Сколько г оксида кальция нужно добавить для полного плавления снега, если при реакции 1 моля оксида кальция с избытком воды выделяется 70 кДж, а теплота плавления воды равна 6 кДж/моль?

После того, как весь снег расплавился, в стакан пропустили 22,4 л хлора (н. у.). Напишите уравнение произошедшей реакции.

Экзамен 3

Задача 1.

Для сжигания одного объема горючего газа требуется два объема кислорода. При горении получается мокрый песок. Установите формулу горючего газа, который в 8 раз тяжелее гелия. Напишите уравнение реакции.

Задача 2.

Как осуществить следующие превращения: хлор → гипохлорит натрия $\text{NaClO} \rightarrow$ хлор? Напишите уравнения реакций, укажите условия.

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Я – радикал

Все началось со вспышки... Я посмотрел на мир иначе и понял, как однообразна и скучна моя жизнь.

От этих мыслей меня буквально разнесло на куски, и части меня зажили вполне самостоятельной жизнью. О, вы не знаете, что такое раздвоение личности...

Но теперь я свободен...

Я грозен, опасен и одинок.

Мне жизненно необходима вторая половинка, и я сделаю все, чтобы добиться её.

Если ты такой же, как и я, и нам суждено встретиться, то все закончится благополучно. Мы оба будем счастливы.

Но если ты другой, то бойся меня. Ибо я тот, кто может отнять у тебя важнейшую частичку жизни, и ты станешь таким же, как я.

Я тот, кто может положить начало созданию существ, подобных мне.

Я тот, кто может стать причиной нескончаемой суматохи поиска и лишения спутников жизни.

И только я смогу положить этому конец. Если захочу.

Евгения Р.



Полевая практика



Лямина Вероника Михайловна
Ученица 10 биологического класса СУНЦ МГУ

Асташкина Ульяна Олеговна
Ученица 10 биологического класса
СУНЦ МГУ



Шипигузова Елена Игоревна
Ученица 10 биологического класса
СУНЦ МГУ

Винников Ренат Сергеевич
Ученик 10 биологического класса
СУНЦ МГУ



Токарева Анастасия Викторовна
Ученица 10 биологического класса
СУНЦ МГУ

Дневник участника Комплексной образовательной школьной экспедиции Армения-2019. Часть 1

В конце марта 2019 года ученики 10 биологического класса СУНЦ МГУ отправились в экспедицию в Армению. Эта поездка стала бесценным опытом для каждого из них – страна уникальна как в историческом, так и в биогеографическом плане. Авторы статьи и участники поездки благодарны преподавателю СУНЦ МГУ Эдуарду Арташесовичу Галояну и выпускнице СУНЦ МГУ Любове Сергеевне Фроловой за проведение практики и помощь в написании работы.

Благодаря расположению Армении на северо-востоке Армянского нагорья и большим перепадам высот, на ее территории наблюдается разнообразие климатических условий. Страна расположена на широте субтропической зоны, тем не менее субтропический климат наблюдается только в южной части. Высокие горы не дают осадкам с моря проникнуть в остальные районы, из-за чего климат в этой области континентальный – лето жаркое, а зима холодная.

Свое влияние на климат также оказывает свойственная горам вертикальная поясность. Горный ландшафт – это ландшафт межпоясной, интерзональный. Из-за того, что количество тепла по мере подъема в горы уменьшается (как при движе-

нии от экватора к полюсам), повторяется та же смена основных ландшафтов, что и в широтной поясности.

Ещё одна особенность климата в Армении – разное распределение осадков на склонах гор, из-за чего на небольшом расстоянии друг от друга могут соседствовать несколько разных ландшафтов (например, широколиственный лес на одном склоне и степь на другом).

Именно горная местность даёт такую неоднородность в климатических условиях, которая порождает исключительность флоры и фауны на территории Армении: регион богат эндемиками и отличается высоким видовым разнообразием, в чём мы убедились во время практики.



Учащиеся СУНЦ МГУ на практике

**День первый, 25.03.2019**

В первый день нашей полевой практики в Армении мы поехали в Гарнийское ущелье, расположенное в долине реки Азат, по дороге посетив Гарнийский храм и царские бани неподалеку от него.

*Лена и базальтовые столбы*

Этот языческий храм, построенный в I в. н.э. армянским царем Трдатом I – одно из ярких свидетельств многовековой культуры дохристианского периода Армении. Крепость Гарни начали строить ещё во II веке до нашей эры и продолжали застраивать в течение античной эпохи и частично в средние века. В конечном итоге армянские правители сделали её неприступной. Цитадель защищала жителей от иноземных нашествий более 1000 лет.

Климат здесь – умеренный континентальный. Группы деревьев чередуются с травянистыми растениями, что указывает на то, что перед нами лесостепь. Рельеф – горная местность, в ущелье течет река Азат. Горы слагают магматические

породы: базальт, пемза, туф, обсидиан. Не стоит забывать ещё об одной важной характеристике данной зоны: сильно выражена эрозия – многие камни здесь имеют достаточно ровную, «шлифованную» поверхность. Характерная особенность – шестигранные базальтовые столбы, из которых состоят местные скалы.

Во время экскурсии мы находились на высоте около 1300 метров, для которой характерна лесостепная растительная зона. Мы познакомились с однолетними и многолетними травами, среди которых чаще всего встречались рожь, яснотка, коровяк, пастушья сумка и тимьян. В то же время нам попадались группы деревьев и кустарников, что характерно для лесостепи. Среди них мы увидели цветущий миндаль, чающую своей необычайной нежностью, робинию, скумпию, айлант и шиповник. Во время небольших остановок мы собирали чабрец и плоды шиповника, которые мы потом заваривали и в последующие дни с удовольствием пили.

*Цветущий миндаль*

Мы приехали в конце марта, поэтому имели возможность увидеть перелётных птиц, гнездящихся в Армении. Однако в то время, когда у нас проходила практика, было достаточно холодно, даже шёл снег, поэтому насекомых, служащих им основной пищей, практически не было.

Для перелётных птиц это были «тяжелые времена».

Знакомство с орнитофауной Армении мы начали с самца горихвостки-чернушки – птицы, часто встречающейся здесь в это время года. Отличительная черта ее окраски – ярко-оранжевое пятно на хвосте, за что она и получила свое название. Эта перелётная птица, как известно, зимует где-то в районе Африки / Аравийского полуострова. Хотя основу рациона этой птички составляют насекомые и мелкие беспозвоночные (что можно определить по маленькому тонкому клюву), она может питаться и ягодами, что значительно упрощает жизнь в такое тяжелое время.

Мы обнаружили птиц, которых часто можно встретить в нашей местности. Так, мы видели снующие туда-сюда стайки полевого воробья, белой трясогузки и обыкновенного зяблика. Рядом мы заметили перелетающих с ветки на ветку большую синицу, синицу лазоревку и обыкновенного скворца. Не обошлось и без хорошо знакомых нам представителей семейства Врановые: обыкновенной сороки, серой вороны, ворона, обыкновенной галки. На одном из деревьев мы заметили большого пестрого дятла; видели летающих в

небе белобрюхих стрижей, а также определили по голосу обыкновенного снегиря. Здесь мы встретили много новых для нас птиц. Например, нашли горную овсянку, чей полосатый черно-белый окрас головы помог нам достаточно просто её определить. В отличие от горихвостки-чернушки, она питается в основном семенами, что заметно по форме ее клюва: он менее заостренный и более широкий.

Также мы обнаружили обыкновенную каменку – перелетную птицу, зимующую в Африке. Эта птичка предпочитает каменистые открытые места, чаще горы, где мы ее и встретили. Кроме того, мы обнаружили обыкновенного крапивника, забавную маленькую птичку с характерным вздернутым наверх хвостом.

Мы встретили обыкновенного щегла и клушицу, которая похожа на альпийскую галку, но отличается от нее красным окрасом клюва, из-за чего ее также называют альпийской красноклювой галкой.

Некоторые ученики увидели пролетающего вяхиря, а потом мы нашли удода, что вызвало всеобщий восторг: с этой красивой птицей мы ранее не встречались. Особенно интересной её делает именно внешний вид: яркий оранжевый окрас, хохолок на голове и полосатое черно-белое оперение хвоста.



Удод, семейство Удодовые



Из хищных птиц мы прежде всего увидели обыкновенную пустельгу, а потом встретили стервятника и курганника.

Ну, а «гвоздем программы» стала оляпка, птица из отряда Воробьинообразные, которую мы нашли сидящей на камне около воды.



Оляпка, семейство Оляпковые

Кроме того, очень впечатлили останки пресноводного краба, кото-

рые мы выловили со дна бегущей горной речки.



Улов

Потом мы поехали в Гехард – храмовый комплекс, внесённый

ЮНЕСКО в список Всемирного наследия.

Часть храмов этого монастырского комплекса полностью выдолблены внутри скал, в то время как другие являются сложными сооружениями, состоящими как из обнесенных стенами помещений, так и с комнатами, выдолбленными глубоко внутри утёса. На территории монастырского комплекса мы нашли многочисленные вырезанные на каменных стенах и отдельно стоящие

хачкары – традиционные армянские каменные памятные стелы с высеченными крестами и сложными узорами. В переводе с армянского языка «хач» означает крест, а «кар» – камень. Монастырь был основан в IV веке на месте священного источника, берущего начало в пещере. Согласно преданию, основателем монастыря был Св. Григорий Просветитель.



Хачкары



Сбор образца соли

Мы поднялись на высоту 1700 метров, и природная зона сразу сменилась на смешанные леса. Нашему взору открылась горная местность, в

ущелье текла река Гохт (приток реки Азат). Следует отметить, что ущелье реки, как и монастырский комплекс, включено в список Всемирного культурного наследия ЮНЕСКО.

Основная горная порода здесь представлена брекчией с железистой пропиткой. Кроме того, местность характеризуется наличием довольно большой пещеры (что тоже можно отнести к особенностям рельефа). На стенах этой пещеры мы нашли соль, которую собрали и позже определили ее состав, вернувшись в СУНЦ. Это оказалась $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ с примесью MgSO_4 .

К сожалению, вскоре после нашего прибытия начался снег, поэтому из птиц мы видели только горихвостку-чернушку, черного дрозда, большую синицу, малого скального поползня и слышали торопливую песенку крапивника.



Что касается растительности, нам встретились травянистые однолетние и многолетние травы, среди которых

День второй, 26.03.2019

Второй день начался с поездки на озеро Севан на полуостров Севанаванк.

Климат здесь по-прежнему умеренный континентальный. Местные горные породы составляют базальт и обсидиан, в озере можно обнаружить гальку.

Рельеф представлен горной местностью с пресным озером Севан – наибольшим из озёр Кавказа. После понижения уровня воды в озере в начале XX века освободилось большое количество территории, которая оказалась совершенно неплодород-

калужница болотная, а также кустарники и деревья: бересклет, боярышник, калина гордовина и другие.

ной. Сейчас на склонах можно увидеть искусственные насаждения, состоящие в основном из сосен, тополей, можжевельника и шиповника.

Гуляя по побережью, мы наткнулись на большое количество злаков и зонтичных – что очень характерно для степной растительной зоны – а также потрепанных цветков безвременника. Это растение содержит в семенах и клубнелуковицах такие алкалоиды, как колхицин и колхамин, обладающие мутагенным действием.



Плоды прангоса, семейство Зонтичные

На озере мы ожидали увидеть водоплавающих птиц, и наши надежды оправдались. В бинокли мы хорошо рассмотрели лысух, которых удалось довольно легко определить благодаря светлому клюву, контрастному к темному оперению, и светлому кожистому пятну на голове. Также хорошо заметны были стайки красношейных поганок, которых издали можно было отличить по коричнево-рыжим бокам и щекам, ко-

гда спина, напротив, выделялась более темным цветом.

Не пропустили мы и большую поганку или же чомгу. В отличие от красношейных поганок, которые плавали крупными стайками, эту птицу можно было увидеть по одной или две особи. Интересно то, что большая поганка весной, в брачный период, «одевается» в рыжий воротничок, что нам и посчастливилось увидеть. Зимой же у птицы его нет.

Также из водоплавающих птиц видели армянскую чайку и пролетевшего мимо нас малого баклана.

Ну и как же обойтись без белой трясогузки, серой вороны, полевой воровья и обыкновенной сороки...

Дальше поехали на север Армении, в Джухтакванк, расположенный рядом с городом Дилижан. Климат в окрестностях Дилижана умеренно-континентальный, отличается большим количеством осадков и меньшей амплитудой температур, чем на побережье озера Севан. Рельеф – горная местность, в которой породы представлены преимущественно магматическими, а именно базальтом.

Мы решили сделать привал на занесённой снегом поляне у монастырских стен Матосаванка – небольшого монастыря, расположенного в горном лесном массиве Национального парка «Дилижан». Согласно надписи на главном фасадном камне, церковь построена в 1205 году. У входа в церковь, по обеим сторонам, мы увидели заросшие мхом хачкары.

Во время перекуса мы встретили зарянку, которая не боялась нас и подлетала достаточно близко. Её было легко определить благодаря ее

яркой оранжево-красной грудке и коричневатой спинке. Эта птичка – перелетная, зимует в Африке, а потом возвращается на период гнездования в Армению.

Поднимаясь на вершину одной из гор, мы обнаружили, что даже такой небольшой отрезок горной местности разделён на растительные зоны: широколиственный лес у подножья, смешанный лес на склоне и дубрава на вершинах.

Лес в этих местах состоит в основном из бука, дуба и граба. На склонах встречается грабинник – жизненная форма, которая ниже «обычного» граба. На деревьях тут и там мы замечали омелу – вечнозелёное растение-полупаразит, питающееся соками других деревьев. Из кустарников мы видели шиповник, который в очередной раз набрали для вечернего чая. Также нам встречались однолетние и многолетние травы, но не в таком количестве, как деревья: выпал снег и скрыл их от нас. Тем не менее, мы нашли разнообразные первоцветы, например, примулу и пролеску, а также многоножку (папоротник из семейства Многоножковые), клевер, камнеломку и засохший василёк, который мы определили по обёртке соцветия.



Примула, семейство Первоцветные



Кроме привычных нам видов синиц, мы обнаружили длиннохвостую синицу, которая издали кажется пушистым шариком с длинным хвостом. Также мы услышали зеленого дятла и пытались его приманить записью песни этого вида, но это не принесло больших успехов. Только несколько человек смогли увидеть эту птицу, когда мы уезжали.

Не обошлось без уже знакомых птиц: мы встретили черного дрозда, обыкновенного снегиря, обыкновенного поползня, среднего пестрого дятла, ворона, обыкновенного зяблика и сойку. Кроме того, по голосу удалось определить воробьиного сычика.

Когда мы поднялись туда, где лежал снег, нам стали встречаться следы горноста, которые прерывались в местах, где он нырял в снег, а также лесного хорька.

Позднее мы поехали в Гошаванк. Монастырский комплекс Гошаванк остается одним из крупнейших духовных и просветительских центров Армении. Возведен он был в 1188 году на месте разрушенного монастыря Гетик и назван в честь выдающегося писателя, ученого и политика Мхитара Гоша, который

принимал активное участие в возведении храмового комплекса. На территории монастыря были возведены три церкви, книгохранилище, колокольня, школа, часовня. Центр ансамбля – высокое здание церкви Богородицы (Св. Аствацацин), которое венчает большой купол. В 1972 году на территории монастыря был открыт историко-архитектурный музей.

Храмовый комплекс располагается в новой для нас природной зоне: мы оказались в лесостепи. Из флоры самым интересным для нас стал старый грецкий орех, на котором сидели зеленушки, издававшие характерные трели. Помимо этого, мы встретили птиц, которые были уже хорошо известны: черного дрозда, большую синицу, большого пестрого дятла, полевого воробья, белую трясогузку, щегла и пустельгу.

Ну а событием дня можно назвать то, что на стене монастыря мы увидели стенолаза: небольшую птицу серого окраса с красными частями крыльев. Обычно этих птиц можно встретить в горах, где они живут достаточно уединенно, и потому мы не ожидали увидеть его в этом месте.

Продолжение дневника вы можете прочесть в следующем номере.



Стенолаз, семейство Стенолазовые

Эксперимент



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.

Разжигаем костер... водой

Описываемый здесь опыт может служить иллюстрацией к темам «Пероксиды» и «Окисление», а может быть проведен в качестве фокуса. Использовать его для разжигания костра все-таки не стоит, и проделывать его мы рекомендуем в лаборатории.

Как разжечь костер, если нет ни спичек, ни зажигалки, ни солнца (и линзы для фокусировки лучей тоже нет), ни кремня – в общем, ничего? Удивительно, но это можно сделать с помощью воды!



Пероксид натрия

(<https://sc01.alicdn.com/kf/UTB8qjIAByaMiuJk43PTq6ySmXXaE/sodium-peroxide.jpg>)

Нужно только не забыть положить в рюкзак пероксид натрия. Этот желтовато-белый порошок поглощает углекислый газ, в результате реакции выделяя кислород – очень полезное свойство, используемое для регенерации воздуха в изолирующих противогазах, на космических кораблях и подводных лодках. Кроме того, пероксид натрия является сильным окислителем, поэтому его применяют для отбеливания тканей, шерсти, шелка, древесины.

Для разжигания костра мы используем именно окислительные способности пероксида натрия. Насыплем в наш костер немного этого вещества и перемешаем с растопкой – клочками бумаги или мелким хворостом...

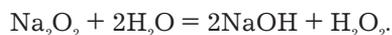
Впрочем, чтобы показать этот опыт, нет необходимости отправляться в поход. Его можно проделать и на

столе. Только, чтобы не портить стол, стоит положить на него асбестовую сетку или другую несгораемую подставку, а на нее поставить сухую фарфоровую чашечку. Поместим в фарфоровую чашечку мелко нарезанную фильтровальную бумагу или опилки. Затем насыплем туда же порошок пероксида натрия и перемешаем сухим шпателем или ложечкой.

Когда все для костра готово, пора идти по воду. Но можно и не идти: воды потребуется настолько мало, что достаточно просто плюнуть. Так что способ пригоден и для пустыни. Одна-две капли воды... и нужно только успеть вовремя подкладывать дрова. Наберем воду в пипетку и капнем в фарфоровую чашечку. Бумага вспыхивает и быстро сгорает.

В чем же дело? Почему вода, которой обычно тушат костры, в данном случае помогает его разжечь? Секрет в том, что твердые вещества

не очень охотно реагируют друг с другом, а капля воды превращает твердый пероксид натрия в жидкий пероксид водорода:



Мы берем малое количество воды, и образуется очень концентрированная перекись водорода. Это не только сильный, но и крайне агрессивный окислитель. При попадании на кожу, слизистые оболочки и в дыхательные пути концентрированная H_2O_2 вызывает ожоги. С бумагой (опилками, хворостом и т. п.) она поступает примерно таким же образом – поджигает.

Если мы возьмем не каплю воды, а ведро – костер не загорится, потому что перекись водорода получится очень разбавленная и не будет окислять бумагу. Так что бытовое правило «чем больше, тем лучше» здесь не работает!

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Легенда о рождении радикалов

Вселенная – мир, полный чудес... Всегда загадочна и прекрасна в отражении ярких огоньков, потерянных в бескрайней глубине ее просторов. Не хватит всего воображения, чтобы представить сложность её строения, неповторимые формы галактик, плывущих навстречу бесконечности...

В начале всех времен из первородного хаоса возник загадочный феномен, объяснить который не мог ни один великий мудрец прошлого. После всполоха первой искры рождения огненного светила Вселенная потеряла спокойное одиночество после миллиардов лет безмолвия и мглы. Свет новой звезды пробивался сквозь тьму, чтобы дать начало новой жизни...

И вот появились химические элементы, обладающие новыми и неизведанными свойствами. Они распространились повсюду, стремясь заполнить пустоту Вселенной. Атомы сливались в ярком танце, образуя новые соединения. Но однажды свет далёкой звезды облучил получившиеся вещества, которые распались на удивительные частицы – радикалы. Они, как две половинки одного целого, стремились воссоединиться обратно с такими же осколками, плывя по бескрайней Вселенной...

Это и есть тот загадочный феномен – новый механизм рождения веществ, открыть и описать который смог лишь Гомберг Мозес, прозванный за это Отцом химии радикалов. Он, словно Прометей, подарил людям новый огонь знаний.

Сколько еще тайн и секретов хранит колыбель Мироздания? Лишь время сможет тихим шепотом поведать нам все страсти бытия...

Дарья Б.

Сквозь время



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?

Клэр Паттерсон – человек, победивший свинец

В первой части¹ рассказа мы выяснили, что свинец сопровождал человека с древнейших времен и, несмотря на свою токсичность, использовался в быту и промышленности повсеместно. Сейчас речь пойдет о том, как чисто академическая задача определения возраста Земли привела к запретам на использование свинца во многих областях человеческой деятельности.

История начинается с того, что молодой американский геохимик Клэр Паттерсон (рис. 1), поучаствовав в создании атомной бомбы и вдоволь наработавшись с изотопами урана, в 1948 году возвращается к мирной науке в аспирантуру Чикагского университета.

Любям всегда было интересно – каков возраст Земли? Его пытались подсчитать как на основании текстов священных книг, так и более науч-

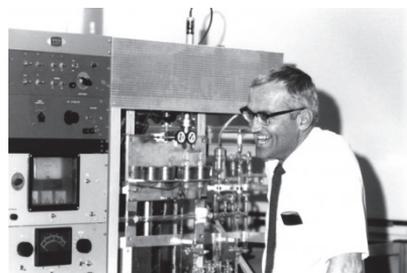


Рис. 1. Клэр Паттерсон
(<http://personajeshistoricos.com/cientificos/clair-cameron-patterson/>)

¹ Потенциал. Химия. Биология. Медицина. – 2019, №2, с. 74-80.



ными методами. В результате его значение колебалось от тысяч до миллиардов лет. Но достоверно это удалось сделать лишь в середине XX века после открытия радиоизотопного метода анализа. В 1946 году американский химик Уиллард Франк Либби придумал использовать распад радиоактивных изотопов в качестве своеобразных часов. К тому времени уже было известно, что скорость радиоактивного распада – величина постоянная и не зависит ни от каких внешних условий. Природный углерод состоит из трех изотопов – ^{12}C , ^{13}C и ^{14}C . Первые два нерадиоактивны, и их содержание постоянно. Третий же радиоактивен и имеет период полураспада в 5730 лет. В природе он образуется постоянно в верхних слоях атмосферы. Либби предположил, что его концентрация постоянна, и определил, что в живых организмах активность ^{14}C составляет 13,56 распада в минуту на грамм углерода. Ключевое слово здесь – в живых. Когда организм умирает, новый углерод в него не поступает и ^{14}C потихоньку распадается с предписанной природой скоростью. Так что если мы найдем какой-то образец растения при раскопках, сожжем его и определим удельную активность полученного углекислого газа в пересчете на грамм углерода, то мы можем определить, когда это растение погибло. Если удельная активность будет, скажем, 6,78 распадов в минуту на грамм, то возраст растения примерно 5730 лет.

В реальных задачах этот метод существенно сложнее в использовании, но, тем не менее, позволяет датировать органические образцы с возрастом до 50 000 лет. Чтобы «на-

строить часы» на более длительный срок, требуются другие методы и другие изотопы, но суть остается той же. Уиллард Либби работал в Чикагском университете вместе с научным руководителем Паттерсоном Харрисоном Брауном. И они задумали решить невероятно сложную задачу – найти «часы», по которым можно определить возраст Земли. И они были у них буквально под рукой. Несколько лет назад ученые работали с изотопами урана ^{238}U и ^{235}U . Оба они радиоактивны, но распадаются с разной скоростью. Мы знаем соотношение этих изотопов на сегодняшний день, знаем скорости распада, осталась сущая мелочь – определить исходное соотношение этих изотопов.

На первый взгляд задача нереализуема, но не все так плохо, как кажется. Дело в том, что уран и свинец, как обнаружил Паттерсон, – геохимически очень разные элементы, и их пути в земной коре практически не пересекаются. И если мы возьмем какой-то минерал урана, то весь свинец, который в нем содержится, будет продуктом радиоактивного распада урана. Если мы посмотрим на радиоактивные ряды распада изотопов урана (рис. 2), то заметим, что каждый из изотопов урана дает свой индивидуальный изотоп свинца. ^{238}U превращается только в ^{206}Pb , а ^{235}U в ^{207}Pb , и наоборот – ^{206}Pb получается только из ^{238}U , а ^{207}Pb из ^{235}U . Так что задача кажется на первый взгляд уже вполне реализуемой: берем свинец из урановых минералов, определяем соотношение изотопов ^{206}Pb и ^{207}Pb , считываем из него исходное соотношение изотопов урана, и решение в кармане.

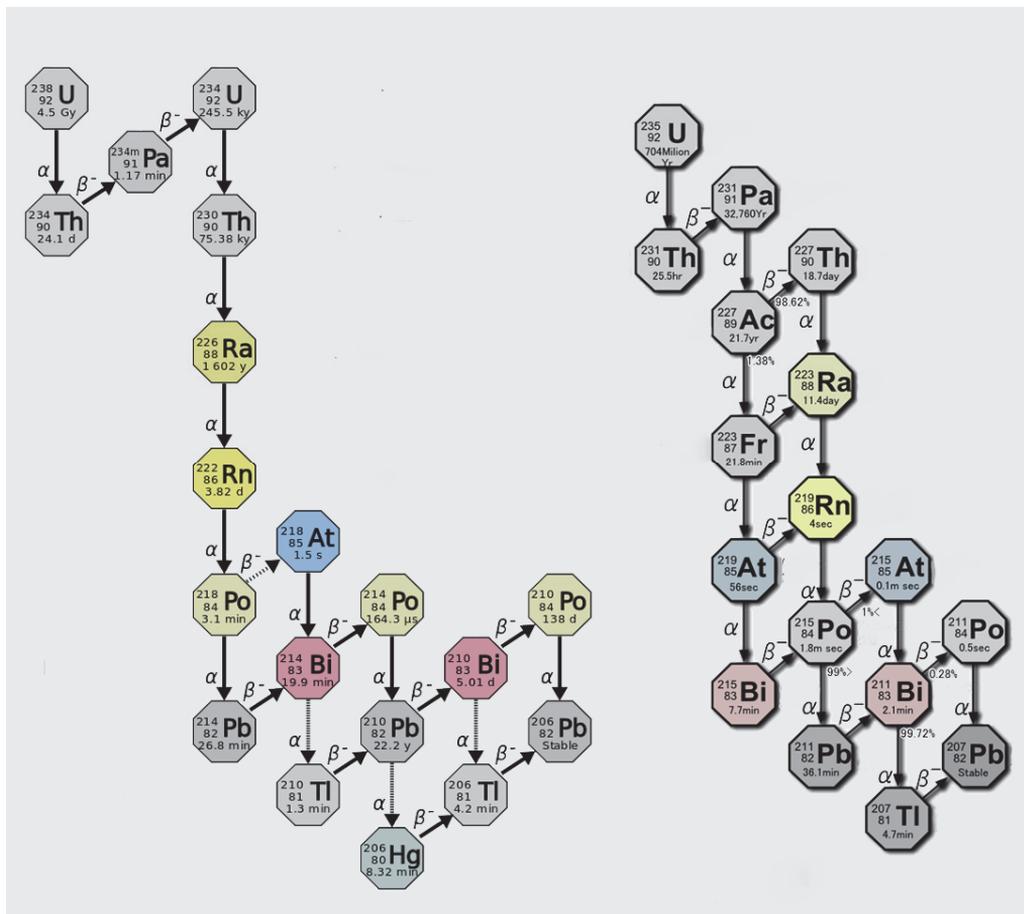


Рис. 2. Изотопные ряды для ^{235}U и ^{238}U

Паттерсон думал так же. Но первые же эксперименты показали, насколько сильно он недооценил проблему. Помимо искомым ^{206}Pb и ^{207}Pb он обнаружил в масс-спектрах пик, соответствующий изотопу свинца с атомной массой 208 а.е.м., который просто не имел права там находиться. Этот изотоп образуется из ^{232}Th , а тория образцы Паттерсона не содержали. Более того, во всех спектрах содержался пик, соответствующий нерадиоактивному ^{204}Pb , который вообще не мог образоваться при распаде. Это говорило о том, что все образцы загрязнены внешним свинцом, от которого надо избавляться.

Паттерсон стал искать источники свинцового загрязнения. Он обнаружил, что вода в лабораторию подводится по свинцовым трубам, и заменил их стальными – это несколько снизило концентрацию привнесенного свинца. Свинец обнаружился в краске на стенах лаборатории – Паттерсон покрыл их пленкой в несколько слоев (рис. 3). Свинец был буквально везде – в пыли воздуха, на лабораторной посуде, на коже ученого, в его одежде и волосах. Паттерсон стал самым одержимым чистюлей в мире, он не только носил халат и маску, но и заворачивался в полиэтиленовую пленку, чтобы не



загрязнить свинцом свои драгоценные образцы. Он писал: «Я выяснил, что свинец шел оттуда, отсюда, он был во всем, чем я пользовался. Это было заражение из любого вероятного источника, о котором люди ранее бы даже не подумали». Но и тут его ждал неожиданный удар – он не смог оценить масштаба свинцового загрязнения окружающей среды. Даже после таких мер предосторожности все его образцы содержали нерадиоактивный свинец, иначе говоря, были загрязнены, и отмыть их от внешнего свинца было невозможно. Паттерсон пришел к драматическому выводу: техногенное загрязнение свинцом настолько сильно, что на Земле практически нереально найти чистые образцы только с естественным свинцом.



Рис. 3. Паттерсон в своей лаборатории

(<http://mentalfloss.com/article/94569/clair-patterson-scientist-who-determined-age-earth-and-then-saved-it>)

Паттерсон прежде не задумывался о том, насколько серьезно наши действия влияют на окружающую среду, но это было пока лишь дело будущего. Сейчас перед ним стояла более другая задача. Паттерсон решил: если на Земле чистых образцов нет, то, возможно, стоит поискать их в космосе? Самым доступным источником космического вещества были метеориты. Как уже говорилось выше, уран и свинец имеют разные геохимические свойства. Уран накапливается в рудах железа, тогда как свинец предпочитает в качестве соседей цинк и серебро. Значит нам нужны железоникелевые метеориты. Весь свинец в них будет радиоактивным, получившимся при распаде изотопов урана, и мы сможем определить их первоначальное соотношение.

Это давало надежду на решение задачи. Лаборатория у Паттерсона уже была наготове, и ему осталось приступить к анализу новых образцов. После длительного вываривания метеоритов в серной кислоте Паттерсон сумел избавиться от внешних загрязнений, получить стерильные образцы и определить соотношение изотопов свинца в метеоритах. Дебютом метода было независимое определение возраста куса гранита – 1 миллиард лет. Для определения возраста Земли ему потребовалась еще более чистая лаборатория. Он организовал ее в Калифорнийском технологическом институте. Его лаборатория была прообразом современных беспылевых комнат, в которых сейчас делают процессоры для компьютеров. Наконец, в 1956 году он получил необходимые данные и опубликовал возраст нашей Земли – 4,5 миллиардов лет. В настоящее время эта цифра уточняется лишь во втором-третьем знаках после запятой.

Это было одно из крупнейших научных достижений XX века, но Паттерсон нашел себе другую, куда более сложную задачу. Он решил выяснить, откуда берется весь тот свинец, который мешал ему в этих исследованиях, и как снизить его количество. Проблем было множество, и не все они были чисто научными.

Вернемся ненадолго к первой части статьи и, одновременно, к началу XX века. Бензин прямой перегонки, получаемый в том время на нефтеперерабатывающих заводах, имел очень низкое качество и был малопригоден в качестве топлива только что появившихся автомобилей. Его свойства попытались улучшить антидетонационными добавками. Наилучшим вариантом оказался тетраэтилсвинец, который позволил использовать даже плохой бензин. К сожалению, он высокотоксичен. Когда это выяснилось, Томас Миджли попытался уговорить Роберта Кеттеринга, с которым они вместе искали антидетонационные добавки, закрыть производство этилированного бензина. Но тот не согласился и нанял молодого, но уже подающего надежды американского химика Роберта Кехо, чтобы тот сделал производство более безопасным. В конечном итоге именно в руках Кехо и сосредоточились все исследования по безопасности свинца, и он всеми силами старался создать тетраэтилсвинцу и этилированному бензину позитивный имидж, как впоследствии выяснилось, не гнушаясь любыми средствами. Он прятал неблагоприятные для компании «Этил», производителя тетраэтилсвинца, отчеты исследователей, выдавал гранты, главным условием которых был запрет на публикацию негативных для грантодателя данных, «перекупал» научные группы или лишал их финансирования. Автомобильная промышленность США

имела достаточно возможностей надавить на организации, финансирующие исследования, чтобы деньги не достались «не тем» людям. К середине XX века Кехо стал основным авторитетом в вопросах безопасности свинца в США. Надо сказать, что Роберт Кехо сделал много полезного, именно он внес существенный вклад в безопасность химического производства, и многими его решениями мы пользуемся до сих пор. Так что он не был каноническим злодеем и безумным ученым, который решил уничтожить мир за кучу золота (рис. 4). Вполне возможно, что он просто был никудышным исследователем и подгонял результаты своих исследований под нужные выводы.

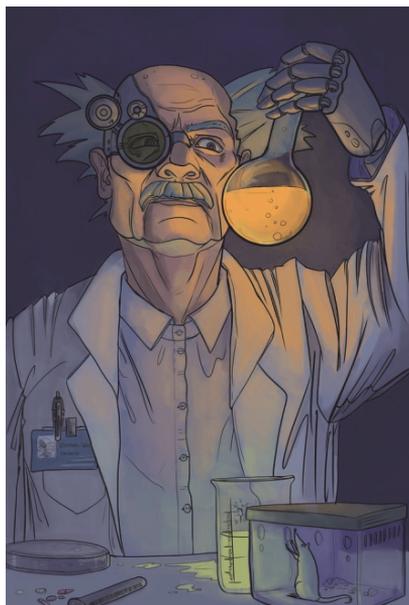


Рис. 4.

(<https://illustrators.ru/illustrations/1085653>)

Итак, сцена действия определена, роли главного героя и главного злодея выданы, и Клэр Паттерсон отправляется на войну против ни много, ни мало, одной из ключевых отраслей американской промышленности того времени. Один из пер-



вых вопросов, которые возникли перед Паттерсоном, удивительным образом переключался с его предыдущей работой: каково природное содержание свинца в окружающей среде? Очевидно, что человеческая деятельность – не единственный источник свинца, он содержится в подземных водах, является результатом вулканической деятельности и так далее. Не может ли быть, что Кехо прав, и антропогенный вклад в общее содержание свинца в окружающей среде достаточно мал, так что им можно пренебречь?

Для этого было необходимо выяснить поведение свинца в окружающей среде. Паттерсон исследует образцы почвы, растений и животных по всей Америке и выясняет, что при удалении от городов и дорог содержание свинца в окружающей среде падает в разы, и профиль загрязнения соответствует розе ветров. Значит, города и автомобили

являются серьезными источниками загрязнения. Но это не дает ответа на вопрос: а сколько свинца **должно** быть в окружающей среде? Для этого нужны другие источники данных. Это океан и льды Арктики и Антарктики. Состав снега отражает состав атмосферы в тот момент, когда он выпадает, так что ледники – это своеобразная летопись атмосферы. Океан, несмотря на большую, на первый взгляд, подвижность воды, тоже система достаточно консервативная, и перемешивание водных слоев занимает сотни, а то и тысячи лет. Так что, поднимая пробы воды с разных глубин, мы можем узнать, каким был состав воды на поверхности сто, двести или тысячу лет назад. Результаты Паттерсона были впечатляющи (рис. 5). Современное содержание свинца в морской воде было в 17 раз выше природного [1]. То есть фактически весь свинец в окружающей среде был антропогенным.

«Верхние слои океана, по всей видимости, загрязнены промышленным свинцом»

– Клар Паттерсон



Рис. 5. Содержание свинца в морской воде в зависимости от глубины в Тихом океане (<https://newochem.ru>)

Результаты анализа снега и льда были еще более впечатляющими – анализ кернов и снежных блоков позволил Паттерсону проследить всю историю загрязнения свинцом окружающей среды, начиная от Древнего Рима. Древнеримский свинец был обнаружен не только в льдах Гренландии, но и в антаркти-

ческих кернах. По загрязнению свинцом слоев льда можно было прочесть всю технологическую историю человечества. Антропогенный свинец появляется в слоях, соответствующих началу расцвета Древнего Рима, его концентрация спадает в начале нашей эры, когда Рим пал, начинает расти в районе X века, ко-

гда Европа начинает развиваться, и с провалом около XIII – XIV веков из-за эпидемий чумы неуклонно увеличивается до середины XX века, когда Паттерсон и проводил свои исследования.

Именно в это время у историков появляются идеи о том, что свинец внес изрядный вклад в падение Римской империи. Это и неудивительно, даже весьма скудные в то время данные о токсикологии свинца давали достаточно оснований для такой гипотезы. Свинец в организме в первую очередь замещает кальций, который выполняет множество функций, в том числе и терморегуляцию. Когда Томас Миджли отравился тетраэтилсвинцом, то он как раз жаловался на неспособность тела поддерживать постоянную температуру. Но кальций в нервной системе человека выполняет еще и функции нейротрансмиттера. Замещающий его свинец связывается с белками необратимо, что ведет к судорогам, параличу и массе других интересных последствий со стороны нервной системы. Свинец тормозит работу мозга, снижает обучаемость и приводит к снижению IQ. Особенно чувствительны к нему дети. Хроническое отравление свинцом диагностируется с трудом. И этот замечательный элемент люди столетиями выбрасывали в окружающую среду. Драматизм ситуации заключался в том, что на время исследований Паттерсона содержание свинца в окружающей среде уже в несколько раз превышало достигнутый во времена Древнего Рима. С учетом мнений историков о вкладе этого элемента в историю падения Римской империи впору было почувствовать себя очень и очень неудобно.

Но у Роберта Кехо был ответ – он считал, что человеческому организму присуща своя постоянная концентрация свинца, что существует

порог отравления свинцом, иначе говоря, его безопасная концентрация в крови. Объекты исследования Паттерсона становятся еще более экзотическими: он исследует образцы тканей древних перуанцев и египтян и современных американцев [2]. Определить концентрацию свинца в крови древних людей уже невозможно, но можно рассчитать соотношение свинца и кальция в костях, которые являются основным местом накопления свинца в организме (табл. 1). Содержание свинца в костях современных Паттерсону американцев в 625 раз превышало содержание свинца в костях перуанцев, не пользовавшихся свинцом, и в 50 раз – в костях египтян, которые жили во времена начала расцвета Рима, и которым доставалось свинца от его величия. Дополнительным аргументом послужили исследования, в которых было показано, что у детей с повышенным уровнем свинца (от 400 до 680 мкг/л) в крови IQ существенно ниже, чем у их сверстников с меньшей концентрацией свинца (до 200 мкг/л). Причем даже самые высокие значения концентрации свинца не превышали «безопасный уровень» Кехо в 800 мкг/л. Все вместе это создало корпус доказательств такой силы, что в 1976 году использование этилированного бензина в США было запрещено.

Табл. 1. Соотношение свинца и кальция в костях ископаемых и современных людей

Источник	Pb/Ca ($\times 10^{-8}$)
Перуанский зуб (4500 лет)	5,6
Египетская кость (2200 лет)	70
Скелет современного американца	3500

И тут Кехо ожидал второй удар. Было уже понятно, что его значение

безопасного уровня свинца в крови ошибочно, но здесь у него были объективные оправдания. В то время только начали исследовать хронические отравления, токсикология и симптомы которых принципиально отличаются от отравлений острых. Так что можно считать, что у него не было достаточно данных, чтобы сделать правильные выводы. К тому же свинец – яд очень коварный. Хроническое отравление свинцом диагностировать довольно сложно, и тогда медики только искали его симптомы. Но был и второй тезис: Кехо заявлял, что свинец – жизненно важный микроэлемент, подобно железу, меди, иоду, фтору и другим. А это значит, что в организме должен быть какой-то постоянный уровень свинца. А меньшее его содержание в ископаемых останках (табл. 1) можно объяснить дефицитом этого элемента. Паттерсон же считал, что содержание свинца в организме современных ему людей не менее, чем в 100 раз превышает природное и определяется исключительно содержанием его в окружающей среде. Проверить это можно было лишь на практике. Если после запрета использования этилированного бензина концентрация свинца в крови людей будет снижаться синхронно с концентрацией свинца в окружающей среде – прав будет Паттерсон. Если же нет, т. е. если концентрация свинца в крови в этой ситуации выйдет на «плато» и будет постоянной – то Кехо и в его лице вся отрасль индустрии получит аргумент для отстаивания своей позиции. Паттерсон был уверен в своей правоте. Компании «Ethyl», Роберту Кехо и всей топливной индустрии оставалось только надеяться, что он ошибался. Надежды не оправдались. Уже через год после запрета этилированного бензина уровень свинца в крови стал падать, причем даже ниже тех зна-

чений, которые Паттерсон считал безопасными. Стало ясно, что свинец не микроэлемент, это яд. Организм не использует его в своих биохимических процессах и просто приспособился обезвреживать те дозы свинца, которые поступают из окружающей среды. Это послужило дополнительным аргументом против использования этилированного бензина, и к 1986 году большая часть стран присоединилась к этому запрету (рис. 6).



Рис. 6. Бензозаправка со значком: топливо не содержит свинца (2018 год, Гдыня, Польша)

Одной из последних крупных стран, сделавших это, была Россия. Официально запрет был введен в середине 90-х, но до середины 2000-х тетраэтилсвинец использовался для повышения октанового числа кустарного бензина прямой перегонки. Попытки создать другие антидетонаторы не увенчались успехом, так что топливная промышленность сосредоточилась на альтернативных методах повышения октанового числа бензина. Это были достаточно успешные исследования, тем более, что производители в 80-х годах с удивлением обнаружили, что экологичность их продуктов очень хорошо повышает продажи, и стали активно финансировать и даже самостоятельно проводить подобные разработки. Но экологическая чистота двигателя внутреннего сгорания ограничена самой технологией – пол-

ностью избавиться от вредных веществ в выхлопе при высокотемпературном горении топлива оказалось нереально, и сейчас автомобильная промышленность с увлечением осваивает электромобиль. Это позволит отказаться еще от одного источника свинцовых загрязнений – свинцового аккумулятора.

Изредка борьба со свинцом принимает на первый взгляд комичные и вредные для потребителей формы. В 2006 году производители электроники были вынуждены отказаться от свинцовых припоев. Это привело к множеству проблем в последующие несколько лет – бессвинцовые припои не обладают достаточной пластичностью и хуже смачивают металл. Большая часть фирм – производителей электронных устройств – столкнулась со сбоями в целых сериях их продуктов, связанных с плохим контактом между микросхемами и платой: в жестких дисках, телефонах, системных платах и многом другом. Надежность устройств заметно упала, что послужило причиной возникновения одной из теорий заговора, что так производители ускоряют старение своих продуктов и вынуждают покупать новые. Казалось бы, что там того припоя, крохи, а вред для потребителя и польза изготовителю налицо. Теории заговора – тема для другой статьи, и хоть она подходит для данного журнала, но скорее для рассказа о когнитивных искажениях в рубрику «Медицина».

Что же до припоя... Задумывались ли вы – куда девается вся та электроника, которая устаревает и становится ненужной? Сейчас ее стараются перерабатывать в рамках RoHS (рис. 7), а в начале 2000-х к ней относились, как к обычному мусору. По оценке Агентства по охране окружающей среды (АООС), которое в 70-х боролось за запрет этилированного бензина, в 2003 году выброшен-

ная на свалку электроника содержала от одной до трех тысяч тонн свинца, которые рано или поздно оказались бы в окружающей среде. Точные данные получить невозможно по множеству причин, но скорее всего эти оценки сильно занижены. Переработка этой техники – дело очень дорогостоящее, а тенденции на тот момент уже предвещали, что количество продаваемых электронных устройств и, с некоторым отставанием, количество электронного мусора будет расти в геометрической прогрессии. И чтобы не погрязнуть в горах опасного хлама, лучше позаботиться о нем заранее. Хотя бы снизить количество самых опасных компонентов. К тому же переход на бессвинцовые припои позволяет повысить и безопасность производства – выбросы паров металла при пайке были достаточно серьезными и требовали дополнительной очистки воздуха для безопасности рабочих и окружающей среды.



Рис. 7. Наклейка на устройстве, сообщающая о том, что в нем не содержится шести вредных веществ, ограниченных к использованию директивой RoHS (Restriction of Hazardous Substances Directive) – свинца, ртути, кадмия, шестивалентного хрома, полибромбифенила и полибромбифенилового эфира (<http://www.shippingsupply.com/p-4281-2-x-2-lead-free-rohs-compliant-labels.aspx>)



Так что понемногу свинец выводится из промышленного оборота и перестает быть тайным символом цивилизации. Более того, считается, что понижение содержания свинца в атмосфере и, как следствие, в организме людей было одной из причин интеллектуального скачка, который

идет с начала 90-х. Иначе говоря, люди без хронического отравления свинцом просто стали умнее. А вот что бы было, если бы Клэр Паттерсон не стал полвека назад бороться со свинцом – сказать сложно. Судьба Римской империи была не слишком привлекательна.

Литература

1. Tatsumoto M., Patterson C.C. Concentrations of Common Lead in Some Atlantic and Mediterranean Waters and in Snow // Nature. Nature Publishing Group, 1963. Vol. 199. P. 350–352.

2. Patterson C.C. Old Bones: Exposing Today's Lead Hazards // Sci. News. 1979. Vol. 115, № 3. P. 293.

Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор

О химиках

Химический реактив – это то, что химик-органик превращает в вонючий продукт, аналитик – в очередную методику, физико-химик – в прямую линию, а химик-инженер – в прибыль.

Воспоминания химика: Однажды, заливая криостат, я остался с полным ковшиком азота в руках. А ковшик был не маленький, литра на два. И в это мгновение вошла в лабораторию уборщица с ведром, в котором было немного воды. Я спросил ее разрешения вылить к ней в ведро содержимое моего черпака. Она просмотрела на ковш, из которого валит пар, и с удовольствием согласилась. Через минуту примерно, когда извержение вулкана в ведре, наконец, закончилось, округлившиеся от ужаса глаза уборщицы уперлись в ледышку на дне ведра.

Прислали образец - задача разбавить в 10 раз и померить. Какой растворитель использовать, не сказали.

Опыт № 1: Какой нам жидкости не жалко? – Воды! Сделали, попробовали, не растворяется, выпадает на дно.

Опыт № 2: Что еще есть в лаборатории? – Спирт! Сделали, попробовали, растворяется, но плохо.

Опыт № 3: Мы же в химической лаборатории? – Гексан! Сделали, попробовали, растворяется получше, чем в предыдущих случаях, но все равно недостаточно, зато измерительные кюветы хорошо в нем растворяются.

Сидим, думаем, что делать, приходит сопроводительная записка – растворять в нефти.

70 % времени у химика-синтетика занимает мытье посуды, в остальное он разбирает сушильный шкаф.

Ничто так не выделяет химика из толпы, как поеденные хромпиком штаны.

Прошу предоставить мне отпуск на период полураспада цезия-137.

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

000 «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.

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.

Теперь вы можете читать журнал со своего планшета!



Рекомбинация свободных радикалов



В следующем номере:

- ✦ Окисление древесины в ванилин. *Бородина О.А.*
- ✦ Решения задач вступительных экзаменов по химии в СУНЦ МГУ в 2019 году. *Загорский В.В.*
- ✦ Зачем и как анализировать почву? Можно ли настроить плодородие? Часть 2. *Никонова А.А., Сигеев А.С.*
- ✦ Дневник участника Комплексной образовательной школьной экспедиции Армения-2019. Часть 2. *Лямина В.М., Асташкина У.О., Шипигузова Е.И., Винников Р.С., Токарева А.В.*

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



АЗБУКА

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



www.internat.msu.ru