

12+

ISSN 2221-2353

Химия Биология Медицина

ПОТЕНЦИАЛ

Журнал для старшеклассников и учителей

Sapere Aude — Дерзай знать! Октябрь-Декабрь 2022 №4 (86)

Химия

Биология

Медицина

Олимпиады

Хочу быть

Сквозь время

ПРОЕКТНАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА

– это уникальное соревнование для школьников 8–11 классов, в рамках которого участники получают возможность познакомиться с другой стороной химии, изучаемой в школе. Здесь задачи и расчеты – не цель, а лишь средство для практической реализации проекта на предложенную тему. Участникам олимпиады придется показать не только свои знания, но и умение работать руками, продемонстрировать знания техники химического эксперимента.

Олимпиада состоит из двух этапов. После успешного прохождения первого, отборочного этапа, на котором каждому участнику предложат решить ряд теоретических задач, относящихся к неорганической, физической и органической химии, вы попадете на второй, заключительный этап, который, в свою очередь состоит из проектного и практического тура.

В первом туре заключительного этапа главная цель каждого участника – найти оптимальные методы решения конкретной практической задачи и защитить свою работу перед членами жюри – студентами, аспирантами и преподавателями МГУ.

После защиты работ начинается самое сложное и интересное – практическая реализация: органический и неорганический синтез, анализ полученного продукта или реального объекта, а главное, незабываемый опыт работы в настоящей лаборатории, который получит каждый добравшийся до финала. Ну и конечно же, ценные призы от спонсоров Олимпиады, куда же без них.

В этом году проходит уже пятая Проектная химическая олимпиада! В отборочном этапе приняло участие свыше полутора тысяч человек из более чем 20 регионов российской федерации. На заключительный этап, традиционно проходящий на Химическом факультете МГУ, приглашено свыше 100 участников, каждый из которых имеет шанс выиграть ценные призы.

Если вы, как и мы, любите химию с ее невероятно красочными опытами и экспериментами, тогда следите за новостями на нашем сайте <https://chemolymp.ru>, чтобы не пропустить начало регистрации на Проектную химическую олимпиаду в будущем учебном году!



ПОТЕНЦИАЛ

Химия Биология Медицина

Содержание Октябрь-Декабрь №4 (86) 2022

Колонка редактора

- 2** Научный успех. *Н.И. Морозова*

Химия

- 3** Графен - углерод 2D. *И.И. Кулакова, Н.И. Морозова*
13 Медные сплавы. *Е.Д. Щукин*

Биология

- 19** Цветочные часы. *А.А. Агапов, Я.Р. Туманян*

Медицина

- 27** Антибиотики в нашей жизни: азитромицин.
Р.М. Назаргалин

Олимпиады

- 37** Задания Проектной химической олимпиады 2021-22 для 11 класса (1 тур).
М.С. Красильников
50 Третий тур Интернет-олимпиады СУНЦ МГУ 2021-22: задания по химии. *В.В. Загорский, Н.И. Морозова*
58 Химическая составляющая заданий VII Междисциплинарной олимпиады конвергентного образования. *О.В. Колясников, А.В. Алексеев, С.С. Дерябина, Е.К. Семяшова*

Хочу быть

- 67** Как НЕ получить Нобелевскую премию.
В.В. Загорский

Сквозь время

- 70** Промахи Нобелевского комитета. *Н.А. Кондратюк*

Калейдоскоп

- 78** Кроссворд «Заболевания почек». *А.В. Табачных, Г.Н. Журавлева*

Редколлегия

Главный редактор М.Г. Сергеева
Научные редакторы Н.И. Морозова,
Л.Н. Оболенская
Ответственный секретарь
Л.С. Михайлюк
Шеф-редактор Г.А. Четин

Техническая редакция

Редактор Д.П. Василькова
Вёрстка Д.П. Василькова
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.edu-potential.ru

Подписано в печать 31.12.2022

Усл. печ. л. 5

Формат 70x100 1/16

Заказ № 433

Электронная версия.

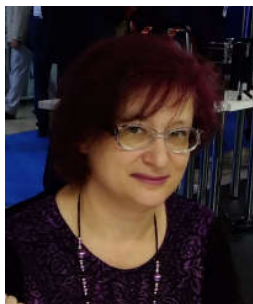
ООО «Азбука-2000»

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

Научный успех

Чем измерить научный успех? Индексом Хирша – характеристикой продуктивности ученого, основанной на количестве публикаций и количестве цитирований этих публикаций? Диссертациями? Государственными премиями?

Всё это, безусловно – значимые показатели. Тем не менее о применимости всех можно спорить. Если за короткую научную карьеру учёный опубликовал мало статей, их ключевое значение для науки не отразится на низком индексе Хирша. И цитируемость не во всех областях играет важную роль: например, среди философов принято ссылаться на Платона и Канта, а не друг на друга, что не умаляет качества работы учёного. Ценность кандидатских и докторских диссертаций порой сложно сравнивать со степенью Ph.D. А государственные премии – часто следствие конъюнктуры, а не действительной научной важности открытия.

Признаком высшего успеха в естественных науках с начала XX века считается Нобелевская премия, присуждаемая в области физики, химии, физиологии и медицины (а также за вклад в литературу, за содействие установлению мира и по экономике). На торжествах, посвященных защитам кандидатских и

докторских диссертаций, юбилеям научных работников, часто звучит: «Желаем тебе получить Нобелевскую премию»! И столь же часто ясно, что это пожелание не осуществится: для «нобелевки» недостаточно быть просто хорошим учёным, нужно стать выдающимся, совершить что-то по-настоящему прорывное.

Но можно ли быть уверенным, что достойный учёный получит свою награду? «Гладко было на бумаге, да забыли про овраги». Довольно важным оказывается... дожить до вручения премии! Ведь ее присуждают, когда открытие уже проверено и признано научным сообществом. Например, слишком мало прожила Розалинд Франклин, получившая и описавшая качественную рентгенограмму ДНК, что послужило основой открытия строения этой молекулы в виде двойной спирали.

А бывают, к сожалению, еще и ошибки. Чье-то открытие остается недооцененным или незамеченным, а за другое получает премию не тот человек... Читайте статьи наших авторов В.В. Загорского и Н.А. Кондратюк, но не унывайте! Желаем вам в будущем заслуженно получить Нобелевскую премию!



Химия



Кулакова Инна Ивановна

Кандидат химических наук (1962 г.), доцент, ведущий научный сотрудник Химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова (лаборатория органического катализа). Научные интересы: органический катализ, химия углеродистых веществ (алмаз, графит, углеводороды нефти и газа, углеродные наноматериалы) и вопросы их образования в природных и лабораторных условиях. Имеет более 450 публикаций, в том числе 12 авторских свидетельств и 8 патентов.

Морозова Наталья Игоревна

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.



Графен – углерод 2D

Графен прочен и гибок, хороший электрический проводник толщиной в один атомный слой, уникален тем, что способен проявлять свойства не только проводника, но и, в зависимости от химического состояния поверхности, полупроводника. К числу возможных сфер применения графена относятся не только полупроводниковые устройства, гибкие сенсорные экраны, покрытия, композитные материалы, прозрачные проводящие слои, устройства для хранения энергии, сенсоры, фотоника, нанoeлектроника, но и различные биоприложения. Многие эксперты считают, что графеновая электроника способна конкурировать с кремниевыми технологиями и в будущем заменить их. Что же это за волшебный материал?

Как устроен графен

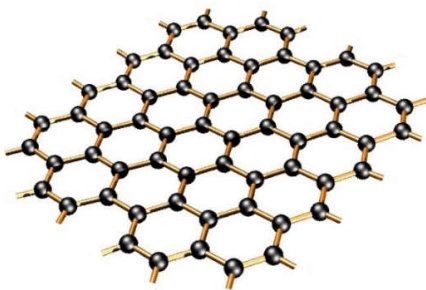
Термин «графен» был введен в 1994 г. (задолго до того, как графен был впервые получен) как единственный слой массивного графита. В научной и популярной литературе авторы часто относят к графенам не только монослои и монослойные ленты, но и используют термин «графен» для описания других объектов, таких как сдвоенные слои (билэйеры),

строенные слои (трилэйеры) и графеновые наночастицы (пакеты из 5–10 слоев), которые часто называют малослойным графеном или графеновыми нанопластинами, а также многослойные чешуйки окисленного графита, содержащие до 200 углеродных слоёв. Однако сейчас подобное употребление этого названия некорректно¹.

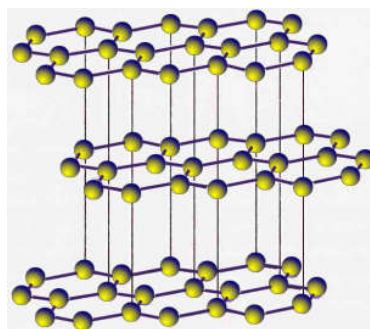
¹ Согласно ГОСТ Р 55417-2013, графен – это монослой атомов углерода, в котором каждый атом связан с тремя соседними, образуя, таким образом, сотовую структуру. И никак иначе ☺



Графен – двумерная аллотропная модификация углерода, образованная слоем атомов углерода толщиной в один атом, т. е. менее 1 нм. А потому графен – представитель наномира, несмотря на то, что в другом измерении поликристаллические плёнки графена могут иметь размер порядка метров. Графен



можно представить как один слой графита, отделённый от объёмного кристалла. Атомы углерода в графене находятся в состоянии sp^2 -гибридизации и соединены σ - и π -связями в гексагональную двумерную кристаллическую решётку.



Графен (слева) и графит (справа)

Графен благодаря своему строению обладает уникальным сочетанием механических, электрофизических, теплопроводящих, оптических свойств. Плоская структура с сопряжением кратных связей обуславливает его хорошую электрическую проводимость. Значение электропроводности графена (до 108 См/м) не только выше, чем у графита, но и выше, чем у наиболее проводящих металлов (серебро, золото, медь). Теплопроводность графена 5000 Вт/(м·К) в 2,5 раза больше, чем у алмаза. Графен – самый прочный мате-

риал на Земле, он в 300 раз прочнее стали. И при этой невероятной прочности он гибок, эластичен и может подвергаться 20 %-ной деформации без нарушения кристаллической решётки.

Следует заметить, что ничтожная толщина монослоя графена обеспечивает ему 97 %-ную оптическую прозрачность. Поэтому истинный, т. е. монослойный графен, практически прозрачен, но порошок графена или оксида графена тёмно-серого или чёрного цвета.

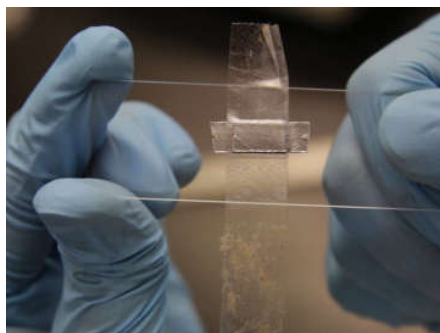


Порошок графена

(https://www.emdesk.com/assets/images/Graphene/_video/Graphene_4@2x.jpg)



Суспензия графена
(<https://www.facte.eu/images/190.jpg>)

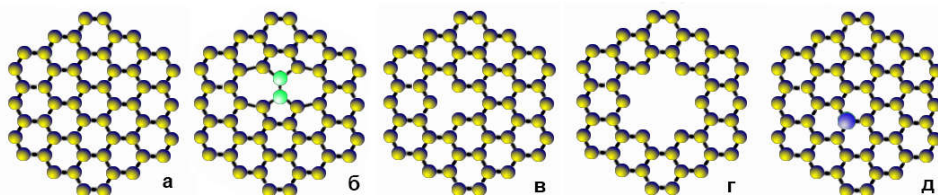


Прозрачный графен на скотче
(<https://cloudfront.iove.com/CDNSource/teachers/51696.jpg>)

Одноатомная толщина листа графена также обуславливает максимально возможное отношение поверхности к объёму и высокую удельную площадь поверхности $2630 \text{ м}^2/\text{г}$.

Слой идеального графена толщиной в один атом образован конденсирован-

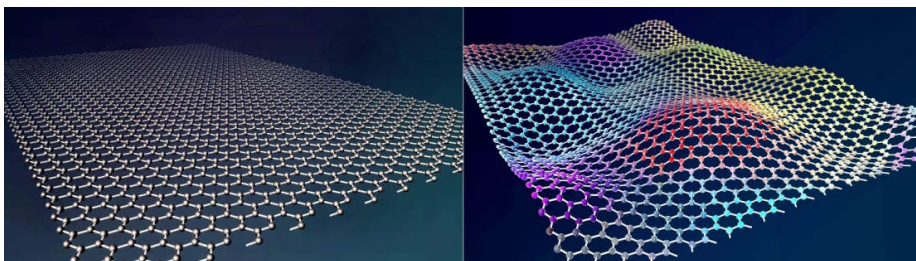
ными шестичленными кольцами, или гексагонами, и внешне напоминает пчелиные соты. Он абсолютно плоский. В структуре же реального графена могут присутствовать топологические дефекты.



Структура идеального графена (а) и дефекты в структуре: б – дефект Стоуна – Уэльса (SW); в – дефект «вакансия»; г – дефект «нанопора», д – атом углерода (синий) в состоянии sp^3 -гибридизации

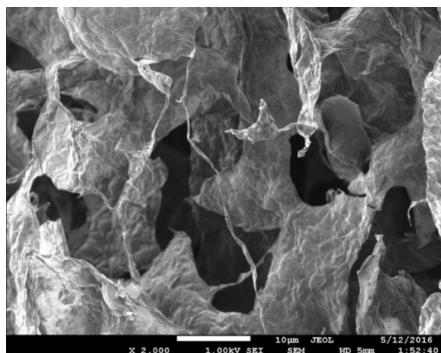
Простейшим из них является точечный дефект Стоуна-Уэльса (SW). Он образуется при повороте одной из связей С-С на угол 90° , в результате чего четыре шестиугольника преобразуются в два семиугольника и два пятиугольника. Могут быть дефекты, связанные с удалением одного или нескольких атомов – дефекты типа «вакансия» или «нанопора», а также с изменением гибридизации атома

углерода или с добавлением гетероатома. Дефекты структуры приводят к возникновению напряжений и искривлению поверхности графенового слоя. Например, наличие пятичленных колец приводит к сворачиванию атомной плоскости в конус, присутствие же семичленных колец приводит к образованию седловидных искривлений атомной плоскости.



Идеальный (слева) и реальный (справа) графен (модели)²

Методом компьютерного моделирования показано, что дефекты могут как отталкиваться друг от друга, так и притягиваться (в зависимости от их взаимной ориентации и расстояния между ними). Определяющую роль в механизме притяжения играет, по-видимому, сильная анизотропная деформация графена дефектами. Интерференция создаваемых дефектами волнообразных искажений структуры монослоя приводит к большим поперечным смещениям атомов, что может быть одной из причин экспериментально наблюдаемой «помятой» текстуры графена.



Помятая текстура графена (изображение в электронном микроскопе)³

Как получить графен?

Долгое время считали: никак. Из классических работ Р.Э. Пайерлса и Л.Д. Ландау, вышедших еще в 1930-е годы, следовало, что попытки получить устойчивый материал толщиной в один атом обречены на неудачу. Но, как всегда, нашлись люди, которые не знали, что это невозможно... и сделали.

Исторически первым методом получения графена (2004 г.) стало *микромеханическое отшелушивание слоев углерода* (эксфолиация) с поверхности высокоориентированного пиролитического графита с помощью липкой ленты (метод «скотча», или метод Новосёлова). Такой подход позволил учёным российского происхождения К.С. Ново-

сёлову и А.К. Гейму получить пленку графена (которую они стабилизировали на кремниевой подложке), а потом и Нобелевскую премию.

Этим способом были получены пластинки наиболее качественного однослойного графена, обладающие превосходными физическими свойствами. Однако производительность такого метода мала. Поэтому в дальнейшем с целью повышения выхода продукта были разработаны многочисленные способы получения графена, в основе которых лежат разные принципы выделения или синтеза углеродного монослоя, а также разные исходные материалы.

² <https://www.fabricgateway.com/images/fabricgateway/46/4689a42a17d76f5ec67e9aa496d8c9a9.jpeg>

³ https://avatars.mds.vandex.net/get-zen_doc/5233237/pub_61d335c52666fa71f8fbc7d_61d47dffe27786705acab6fe/scale_1200

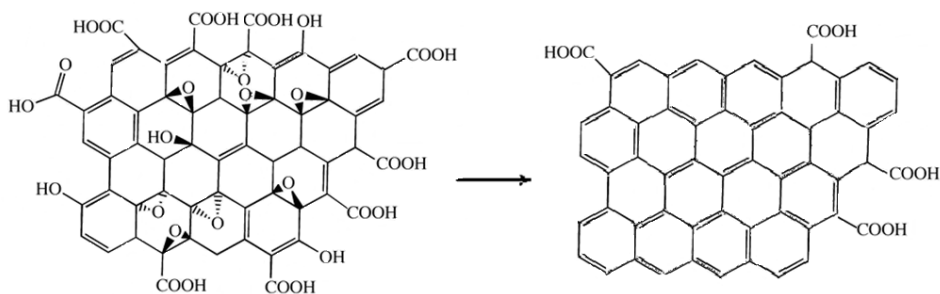
Сравнительно дешёвый метод – *расщепление графита в жидкой фазе*. Он позволяет получить достаточно высокий выход малослойных и даже однослойных продуктов, размером от 300–400 нм до нескольких микрометров. Диспергирование графита или пенографита (терморасширенного графита) как в органических растворителях, так и в водных растворах поверхностно-активных веществ уменьшает энергию взаимодействия между слоями в решётке графита, особенно в пенографите, что приводит к её расслоению. Но истинного графена (однослойного) получается немного, а остальное – это частицы толщиной в 2–10 углеродных слоёв и чешуйки ультрадисперсного нанографита (до 200 слоёв). Ультразвуковая обработка уменьшает число слоёв в полученном продукте, комбинирование спиртовой и кислотной обработок действует ещё эффективнее.

Метод химического осаждения из газовой фазы (chemical vapor deposition, CVD) при термическом разложении углеродсодержащих соединений получил наибольшее распространение для выращивания пленок графена большой площади, различной толщины и хорошего качества на металлических под-

ложках с возможностью дальнейшего перенесения на подложки других типов. На медной фольге можно создавать однородные поликристаллические плёнки графена, размерами порядка метров. Этот способ перспективен для масштабного производства графена.

Термическое разложение поверхностного слоя монокристаллического карбида кремния приводит к эпитаксиальному росту плёнки графена на поверхности SiC. Но высокая стоимость монокристаллического SiC и высокие температуры его разложения снижают привлекательность метода.

Можно изготовить плёнки размером несколько десятков сантиметров с небольшими отклонениями в количестве слоёв *восстановлением оксида графита* различными способами: термическим, фотохимическим или с помощью химических восстановителей (например, гидразина). Правда, такое восстановление обычно оставляет карбоксильные группы на краях графеновых плоскостей. Однако оригинальная методика восстановления оксида графена изопропанолом в сверхкритическом диоксиде углерода позволяет полностью удалить кислородсодержащие функциональные группы.



Восстановление оксида графита

Весьма заманчиво получение графена *разворачиванием* (продольным разрезанием) углеродных нанотрубок. Ведь нанотрубки как раз состоят из свернутых графеновых слоёв, причем связь между слоями в многослойных нанотрубках значительно менее проч-

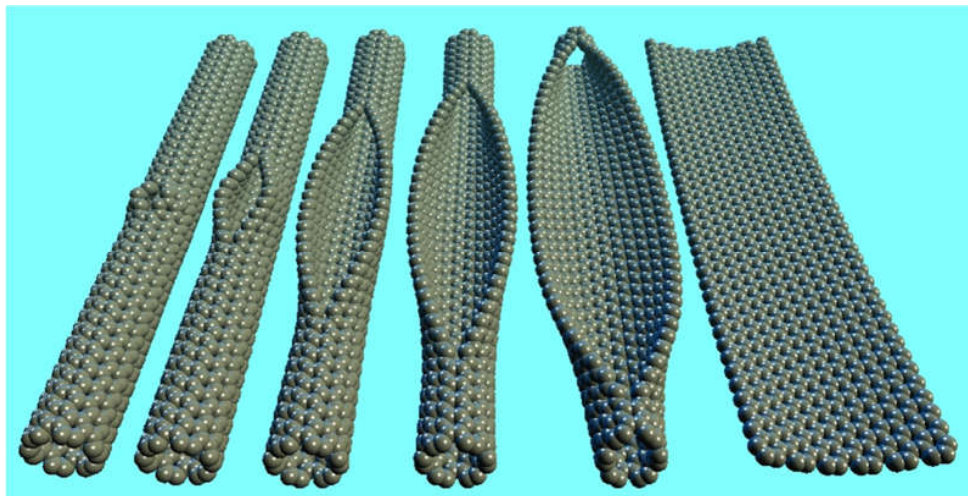
ная, чем в графите, а в однослойных имеется всего один монослой углерода. Для разрезания нанотрубок используют окислительную обработку смесью серной кислоты и перманганата калия. Она идет по механизму, близкому к окислению алкенов перманганатом в



кислой среде. Используют и другие «ножницы»: например, наночастицы палладия, никеля или кобальта.

Появление относительно простых

методов изготовления графена сделало его одним из самых привлекательных и востребованных наноматериалов. Но поиски новых методов не прекращаются.



Модель постепенного разворачивания УНТ с образованием наноленты графена⁴

Химия графена

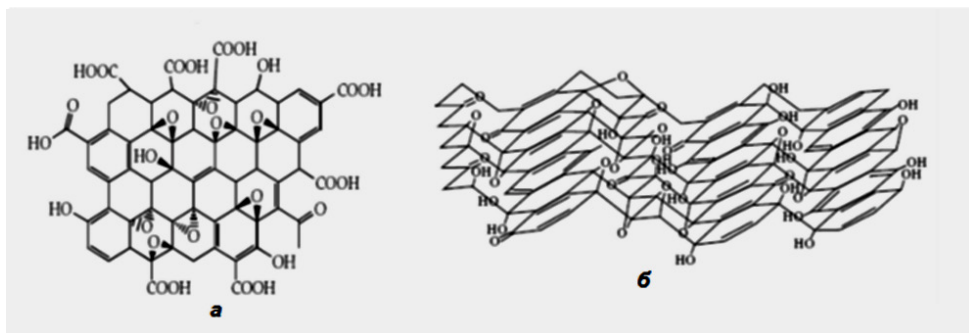
С химической точки зрения идеальный графен можно рассматривать как гигантскую плоскую полиароматическую молекулу с доступной с двух сторон поверхностью, которая может вступать в многочисленные реакции по аналогии с органическими молекулами.

В структуре графена можно выделить два вида атомов углерода, различающихся по реакционной способности. Атомы углерода в плоскости графенового листа не имеют свободных валентностей, поэтому они реагируют только с разрывом двойных связей, так что это приводит к появлению sp^3 -гибридизованных атомов углерода и, следовательно, к нарушению структуры графенового слоя. Например, при окислении

графена слой перестаёт быть плоским. Реакционная способность участка молекулы, соседнего с образовавшим новую ковалентную связь, повышается, что приводит к «цепной» реакции, начиная с места первичной атаки.

Но гораздо более активны атомы углерода по краям монослоя. У них обязательно есть некомпенсированные связи, которые обычно насыщаются функциональными группами (например, $-H$, $-OH$, $-Hal$, $-COOH$). Формирование ковалентной связи на краях графеновой молекулы может не менять состояние гибридизации углеродных атомов, и тогда не нарушается плоское строение графена.

⁴ Kosynkin D.V., Higginbotham F.L., Sinitskii A., Lomeda J.R., Dimiev A., Price B.K., Tour J.M. Longitudinal unzipping of carbon nanotubes to form graphene nanoribbons. // Nature (London). 2009. V. 458. P. 872.



Искажения структуры идеального графенового слоя при его окислении:
а – вид сверху; б – вид сбоку

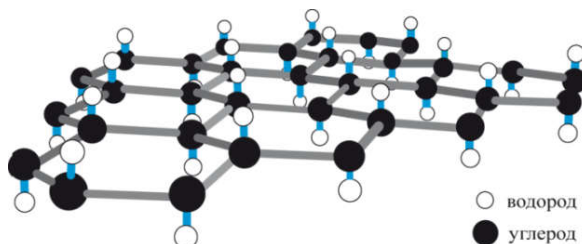
Многие свойства графена чрезвычайно чувствительны к дефектам его структуры. Дефект на поверхности меняет не только её геометрию, но и химические свойства материала вокруг себя. Атомы находятся не там, где им «положено» с точки зрения идеально структурированного вещества, и химическая активность атомов углерода в этих областях повышена.

Графен является родоначальником целого семейства графеновых наноматериалов – оксида графена, фторографена, графана и др.

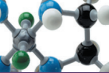
Оксиду графена часто приписывают формулу $C_8H_2(OH)_2$, но на самом деле он имеет переменный состав, определяемый условиями синтеза и природой окислителя, и содержит разнообразные функциональные группы: гидроксильные, гидропероксидные, карбонильные (альдегидные и кетонные), карбоксильные, эфирные, ангидридные, фенольные, хинонные, лактонные, лактидные и др. Самая распространенная стратегия окисления графена – это его обработка сильными кислотами-окислителями.

Известны и другие способы с использованием разнообразных окислителей, например, $KMnO_4$, $K_2S_2O_8$ и др. в присутствии сильных кислот. Однако такой метод небезопасен (существует риск взрыва и загрязнения окружающей среды) и длителен (до сотен часов). Был предложен безопасный синтез оксида графена с высоким выходом на основе электролитического окисления графита водой, процесс проходит за несколько секунд.

Графен может присоединять водород, образуя графан C_nH_n . Впервые термин «графан» появился в 2006 г. в статье американских физиков-теоретиков, которые установили теоретическую возможность его получения. Атомы водорода присоединяются по обе стороны плоскости, причём образующиеся sp^3 -гибридизованные атомы углерода смещаются из плоскости вверх и вниз. При этом возможно существование двух благоприятных конформаций: «кресло» и «ванна», из которых более выгодно «кресло».



Модель структуры графана



Для гидрирования образцы графена подвергали воздействию плазмы из смеси аргона и 10 об. % молекулярного водорода, создаваемой с помощью электрического разряда, при давлении около 100 Па в течение 2 ч. Реакция гидрирования обратима: графан снова превращается в графен в результате отжига при 450 °С в течение 24 ч. Гидрировать графен можно не только до графана, но и до соединений с отношением $C : H < 1$.

Графен можно профторировать в атмосфере XeF_2 при 30 °С в течение 30–1200 с. *Фторпроизводные* также были получены разложением CF_4 в плазме над графеном и другими способами. Возможно получение *хлорпроизводных* взаимодействием хлорной плазмы с графеном.

Стоит обратить внимание, что все реакции присоединения к графеновой плоскости протекают с использованием

плазмы: сопряжённая система связей не слишком реакционноспособна.

К графену и его производным удаётся ковалентно присоединять органические молекулы, используя методики синтетической органической химии. Амидирование по карбоксильным группам наиболее часто используется при прививке к графену биологически активных и лекарственных веществ. Один из путей таков: сначала кислотной обработкой на краях графеновых плоскостей генерируют карбоксильные группы, которые далее активируют тионилхлоридом, превращая в галогенангидрид, и вводят его в реакцию с амином. Карбоксильные группы графеновых наноматериалов могут вступать и в реакции этерификации: описано взаимодействие поливинилового спирта с $COOH$ -группами графеновых слоёв.

Применение графена

Высокая сорбционная активность графеновых наноматериалов позволяет использовать их в качестве сорбентов, свойства которых можно направленно регулировать химическим модифицированием поверхности. При этом оксид графена, в отличие от графена, способен образовывать устойчивые дисперсии в воде и органических растворителях, поскольку содержит на поверхности множество кислородсодержащих функциональных групп. По сорбционной ёмкости оксид графена значительно превосходит ионообменные смолы на полимерной основе. Новая стратегия получения улучшенных материалов с высокой сорбционной способностью к радионуклидам и ионам тяжёлых металлов предполагает использование перфорированных и сильнодефектных оксидов графена с большей долей карбоксильных групп, а также губок из оксида графена, частично восстановленного аскорбиновой кислотой.

Графен проницаем для воды, но практически не пропускает другие жидкости и газы. Через нанометровые поры графена можно отфильтровывать соль ($NaCl$) из воды. Водопроницаемость этого материала на несколько порядков выше, чем обычных мембран обратного осмоса. Нанопористый графен в дальнейшем может играть важную роль в очистке воды, в частности, в опреснении, и в осушении газовых смесей. Мембраны на основе оксида графена способны разделять растворённые ионы: например, натриевые соли проникают через мембраны быстро, тогда как соли тяжёлых металлов – значительно медленнее. При этом за селективное проникновение ионов ответственны не только размеры пор, но и химические взаимодействия между ионами и функциональными группами по краям пор.

Предложено наносить ультратонкие (7,5–60 нм) однородные нанофильтрационные мембраны из оксида графена на полимерные подложки



методом струйной печати. Свойства таких мембран можно регулировать, контролируя концентрацию «чернил» из оксида графена и (или) время печати.

Газовые сенсоры на основе графеновых наноматериалов привлекают большое внимание из-за разнообразия их структуры, уникальных возможностей детектирования, мягких условий работы (комнатная температура). Первый газовый датчик на основе графена, способный обнаруживать единичные молекулы NO_2 , был изготовлен в 2007 г. С тех пор опубликовано множество работ и предложены конструкции сенсоров на основе графена и оксида графена для газов (NH_3 , NO_2 , H_2 , CO , SO_2 , H_2S) и паров летучих органических соединений. Преимуществами использования графеновых материалов в качестве сенсоров являются их высокая удельная поверхность и возможность изменения зарядового состояния и проводимости графеновых слоёв при взаимодействии с молекулами газа.

Графеновые материалы востребованы в медицине. Наиболее привлекательно их использование в таких областях, как биологические зондирование и визуализация, доставка лекарств или генов, антибактериальные материалы, биосовместимый каркас для культивирования клеток, дифференцировка стволовых клеток и др. Оксид графена с адсорбированным на нем полиэтиленгликолем был применен в качестве наноносителя для загрузки противоопухолевых препаратов, например, гидрохлорида доксорубина. Графен проявляет заметный фототермический эффект из-за сильного оптического поглощения в ближнем ИК-диапазоне (700–1100 нм), благодаря чему может быть использован для разрушения опухолей гипертермией *in vivo*.

Описана способность графена взаимодействовать с нейронами, показана его высокая биосовместимость и отсутствие морфологических изменений клеток. Это весьма перспективно для

разработки нейронных протезов, т. е. устройств, которые могут заменить двигательную, сенсорную или когнитивную модальность, повреждённую в результате травмы или заболевания. Графен и оксид графена способны ускорить рост, дифференцировку и пролиферацию стволовых клеток. Оксид графена даёт правильные сигналы стволовым клеткам и способен доставлять факторы роста к 3D-каркасам, поддерживающим регенерацию поврежденного хряща.

Материалы с нанопорами, через которые могут транспортироваться ионы и молекулы, очень перспективны для геномного скрининга, в частности, секвенирования ДНК, т. е. обнаружения базовой последовательности отдельных фрагментов молекул ДНК с помощью быстрого электронного детектирования.

В настоящее время активно развиваются методы экспресс-диагностики и мониторинга состояния здоровья пациента, которые позволяют получить результат анализа в течение нескольких минут, в частности, в службе скорой помощи и в домашних условиях. Среди диагностических устройств важное место занимают биохимические сенсоры, способные анализировать как биологические жидкости, так и газы, распознавая вещества в малых концентрациях, вплоть до единичных молекул. Уникальные свойства графена и его производных – оксида, восстановленного оксида, лазерно-индуцированного графена – делают их идеальными кандидатами на эту роль. Разработаны графеновые биосенсоры для обнаружения бактерий и вирусов, маркеров различных заболеваний (рака, туберкулёза, диабета, сердечно-сосудистых заболеваний, болезней крови и др.), биосенсоры на микотоксины, патогены пищевого происхождения (в том числе биогенные амины), боевые отравляющие вещества, пестициды, инсектициды и пр. На основе графена можно создавать носимые датчики для мониторинга состояния организма во времени –



например, умные мультифункциональные контактные линзы, которые определяют уровень глюкозы по составу слезы. Предложен переносной беспроводной графеновый нанобиосенсор для обнаружения бактерий *Helicobacter pylori* в слюне, обладающий низким пределом обнаружения и работающий без батареи.

У практического применения графеновых наноматериалов много

перспектив как в промышленности, так и в медицине. Но чтобы это применение было эффективным и повсеместным, необходимо решить три главные проблемы. Первая – это всё ещё высокая стоимость получения качественных образцов графена. Вторая – недостаточная изученность возможной токсичности. А третья, увы – неготовность нашей медицины и фармакологии внедрять новые разработки.

Литература

1. Алексенко А.Г. Графен. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 179 с.
2. Губин С.П., Ткачев С.В. Графен и родственные наноформы углерода. – М.: URSS, 2019. – 112 с.
3. Кулакова И.И., Лисичкин Г.В. Перспективы применения графеновых наноматериалов: сорбенты, мембраны, газовые сенсоры. // Журнал прикладной химии, 2021, т. 94, вып. 8, с. 1104–1121.
4. Лисичкин Г.В., Кулакова И.И. Углеродные наночастицы. // Лисичкин Г.В., Оленин А.Ю., Кулакова И.И. Химия поверхности неорганических наночастиц. – М.: Техносфера, 2020, гл. 6, с. 228–352.
5. Кулакова И.И., Лисичкин Г.В. Химическое модифицирование графена. // Журнал общей химии, 2020, т. 90, № 10, с. 1601–1626.
6. Кулакова И.И., Лисичкин Г.В. Перспективные направления применения графеновых наноматериалов в фармакологии и биомедицине. // Химико-фармацевтический журнал, 2022, № 1, с. 3–14.
7. Кулакова И.И., Лисичкин Г.В. Биосенсоры на основе графеновых материалов. // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 2. Химия, 2022, т. 63, № 6, с. 375–304.
8. Графен для медицины – новые горизонты. – http://perst.ispp.ras.ru/Control/Inform/perst/2013/13_07/n.php?file=perst.htm&label=I_13_7_8.

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Монолог алкена

Предельный мир. Полная гармония с собой и внешним миром: алканам не нужно ни с кем реагировать, нет дисбаланса и ненавистных кратных связей. Как же повезло тем, кто изначально образовался алканом! Вечность наедине только с собой (если вдруг не случится катастрофа, которая поднимет температуру градусов до 600), без суетных, вечно неудачных попыток найти равновесие.

«Это же скучно! – говорят непредельные соединения. – Зато мы открыты к взаимодействию, в отличие от этих чудиков!» – говорят и, смеясь, задорно кружатся в цикле или присоединяют какую-нибудь гадость из неорганики. Мало кто знает, какая боль кроется за напускным весельем и наигранным презрением. Мало кто знает, как самозабвенно все ненасыщенные соединения мечтают хоть на шаг приблизиться к тем, кого ещё пару минут назад называли чудиком. Перестать менять структуру, обрести заветные четыре заместителя, найти себя, достичь предела. Многим не повезло на этом пути: кто-то по печальной неосторожности из углеводорода стал еще более реакционноспособной кислотой или спиртом...

Продолжение см. на стр.18

**Шукин Егор Дмитриевич**

Студент РНИМУ им. Пирогова (медикобиологический факультет, направление фармацевция)

Медные сплавы

Медные сплавы человечество начало использовать задолго до того, как наступил железный век, но они до сих пор не потеряли своего значения. Какими они бывают и чем обусловлены их свойства?

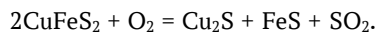
Медь – один из металлов древности, используемый человеком уже более пяти тысяч лет. Латинское название меди – *cuprum*. Оно произошло от названия острова Кипр, где медь добывалась еще со времен Древнего Рима.

Сама по себе медь – это металл розового цвета (без оксидной пленки). Медь – нечётный элемент, то есть элемент, имеющий нечётный порядковый номер в периодической системе Д.И. Менделеева. Как все нечётные элементы, она имеет небольшое число стабильных изотопов – их всего два. Самый распространённый – ^{63}Cu (69,09 %). Металл имеет кубическую гранцентрированную решетку с длиной стороны 0,3615 нм.

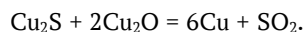
В природе медь встречается как в самородном виде, так и в виде своих соединений, преимущественно с кислородом и серой. Основные минералы меди, имеющие промышленное значение – «медный блеск» или халькозин Cu_2S , халькопирит CuFeS_2 , куприт Cu_2O . Как правило, медь получают из халькопиритного сырья. При таком способе производства исходную руду сначала обогащают методом флотации. Этот метод основан на разной способности частиц минералов находиться в межфазном пространстве. Иными словами, гидрофобные (не смачиваемые водой) частицы закрепляются

на поверхности жидкости и тем самым отделяются от гидрофильных (смачиваемых водой) частиц, остающихся в осадке.

Далее обогащенную руду подвергают окислительному обжигу:



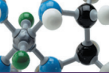
Сульфид меди частично окисляется до оксида и затем восстанавливается до металлической меди:



Полученная таким способом черновая медь, содержащая до 90,95% меди, подвергается дальнейшей электролитической очистке.

Сама по себе медь имеет много технических недостатков. Она довольно мягкая и сильно подвержена механической деформации. Хотя медь и является металлом низкой активности, она подвержена коррозии, что не позволяет использовать её, например, как материал для судостроения. Поэтому ещё с древних времен люди начали использовать медь в виде её сплавов с другими металлами, о которых дальше и пойдет рассказ.

Основными медными сплавами являются латунь, бронза и мельхиор. Поговорим о них по порядку.



Латунь

Латунями называют сплавы меди с цинком, содержание которого в массовых процентах колеблется от 39 % до 4 %. Они могут также содержать примеси других металлов, например, олова и свинца, но основным легирующим компонентом все равно остается цинк. Латунни нашли большое применение в промышленности благодаря сочетанию технических и антикоррозийных свойств – например, в судо- и авиапромышленности, производстве химической аппаратуры, автопроизводстве.

Сплавы на основе меди и цинка были известны еще до нашей эры. Римляне делали их методом восстановительной плавки меди с галмеем (так назывался цинк). Они считали, что галмеем способен придавать меди золотистый цвет. Таким способом латунь производили в Средние века и в Новое время. Сейчас люди пользуются иными методами, например, сплавлением меди с цинком в электродуговых печах.

По структуре латуни подразделяются на α -латуни, $\alpha+\beta$ -латуни и β -латуни. Области существования того или иного структурного типа сплава в зависимости от температуры представлены на фазовой диаграмме (рис. 1). На ней по вертикальной оси отложены температуры, а по горизонтальной – процентное содержание цинка в смеси с медью. Линиями обведены области существования различных фаз – например, твердых растворов или электронных соединений, образующихся при постепенном растворении цинка в расплаве меди и затвердевании расплава.

Как видно из рисунка, при разных составах смеси цинка и меди и при разных температурах образуются различные структурные типы сплава. Что интересно, максимум растворимости цинка в твердой меди (39 масс. %) достигается при температуре в 454 °С (эта точка отмечена на диаграмме). Дальнейшие повышение или понижение температуры приводит к уменьшению растворимости цинка. Например, при температуре

902 °С она составляет 32,5 % (отмечено в верхней части диаграммы).

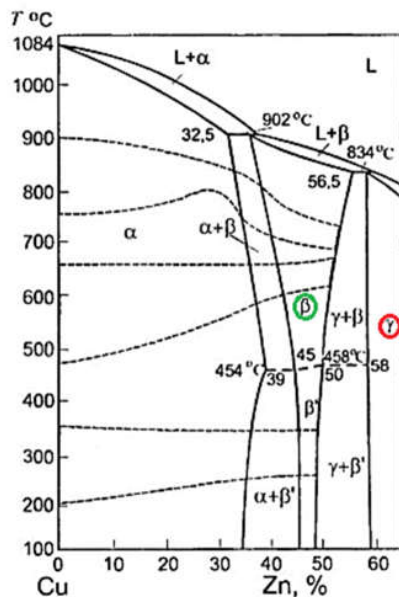


Рис. 1. Фазовая диаграмма в координатах температура – состав для системы Cu-Zn [2]

Для рядового химика, не имеющего отношения к металлургии, также могут представлять интерес соединения меди с цинком, образующиеся при постепенном растворении цинка в расплаве меди.

Например, ближайшая к меди промежуточная β -фаза (обведена в зеленый круг) представляет собой электронное соединение, химическую формулу которого можно записать как CuZn .

У читателя может возникнуть вопрос: «Что же такое электронное соединение?» Электронные соединения (фазы Юм-Розери) – это вид соединений, образующихся между двумя металлами из следующих групп: Cu, Ag, Au, Fe, Co, Ni, Pd, Pt с одной стороны и Be, Zn, Cd, Al, Sn, Si – с другой. Каждому такому соединению соответствует определенное отношение валентных электронов к числу атомов, которое называют электронной

плотностью, причём каждому отношению соответствует своя кристаллическая решётка. Что мы можем сказать об электронном соединении CuZn ? У меди один валентный электрон, у цинка их два. При этом всего атомов в соединении два. Следовательно, электронная плотность равна $3/2$. Такое отношение соответствует объёмно-центрированной кубической решётке (рис. 2). Подобный тип кристаллической решётки имеют многие щелочные металлы (калий, натрий) или переходные металлы (молибден, хром).

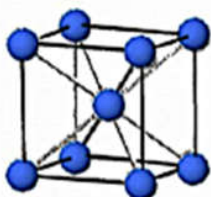


Рис. 2. Объёмно-центрированная кубическая решётка [3]

Ещё более интересной, но сугубо вредной с практической точки зрения является γ -фаза (обведена в красный круг). Это сплав меди с цинком на основе электронного соединения Cu_5Zn_8 , имеющего сложную кубическую решётку. К сожалению, эта фаза очень хрупка, и её присутствие в изделиях не допускается.

От структурной классификации латуней перейдем к другому не менее важному и не менее интересному разделу – к специальным латуням. В специальные многокомпонентные латуни, кроме цинка, вводят еще ряд веществ, таких как алюминий, марганец, железо, никель, кремний, олово, свинец и мышьяк. Добавление в сплав этих компонентов преследует три основные цели: улучшение коррозионной стойкости, повышение механических (прочностных) свойств, повышение других свойств, например, улучшение обрабатываемости резанием,

антифрикционных¹ свойств и т.д.

Наиболее интересны для нас оловянные латуни. Они применяются в судостроении, так как обладают повышенной коррозионной стойкостью в морской воде. А также примечательны они тем, что в них точно так же, как и в обычной латуни, образуются интерметаллидные фазы: γ (Cu_5Sn) и β ($\text{Cu}_{31}\text{Sn}_8$) (обведены в красный и зелёный круги соответственно) (рис. 3). Два этих соединения образуются в результате эвтектоидных реакций² при охлаждении общего расплава. Кристаллы этих веществ делают сплав хрупким, поэтому, чтобы избежать их образования, содержание олова в латунях ограничивают двумя процентами, так как именно с этого значения концентрации начинают появляться вкрапления соответствующих интерметаллидов.

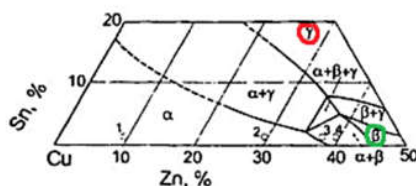


Рис. 3. Разрез диаграммы состояний системы $\text{Cu} - \text{Zn} - \text{Sn}$ при 500°C [2]

Из всех медных сплавов латуни больше всего представлены в промышленности. Они применяются во многих отраслях производства, начиная от судостроения и заканчивая декоративными вставками в мебели. Однако латунь, наравне с мельхиором, можно назвать сплавом современности, так как в древности она хоть и производилась, но объёмы этого производства не могли сравниться с объёмами производства другого медного сплава, в честь которого назван целый период истории человеческой цивилизации – бронзы. О ней и пойдет дальнейший рассказ.

¹ Антифрикционные материалы – это материалы, обладающие низким коэффициентом трения.

² Эвтектоидная реакция – это химическая реакция, в которой твёрдое вещество при охлаждении одновременно превращается в две другие твёрдые фазы.



Бронза

Бронза известна человечеству многие столетия. Первые бронзовые изделия датируются пятым тысячелетием до нашей эры. На протяжении очень долгого промежутка времени она являлась основным конструкционным материалом, применяемым для изготовления орудий труда, оружия и доспехов. Но почему же она была так популярна в древние времена? Одним из главных преимуществ всех бронз над чистой медью является температура плавления. У чистой меди она составляет 1083°C , в то время как, например, у оловянно-фосфорной бронзы она на 200° ниже, что существенно облегчает процесс обработки и литья.

Первым медным сплавом, изготавливаемым человеком, было мышьяковая бронза. Её основным преимуществом перед чистой медью стала её твердость. Именно с появлением мышьяковой меди связан большой прогресс в оружейном деле человечества. Например, в это время появляется новый тип оружия – кинжал. Занимателен также метод её изготовления. Дело в том, что медь, как было сказано ранее, плавится при температуре 1083°C , а мышьяк возгоняется уже при 617°C . Следовательно, получение мышьяковой бронзы путём прямого смешения мышьяка и меди невозможно. Мышьяк будет просто вылетать из расплавленного металла. Поэтому вместо обычного мышьяка древние металлурги использовали его соединения, в частности, мышьяковый колчедан FeAsS , который, вероятно, перед применением нагревали, чтобы удалить серу.

С точки зрения металлургии бронзы – это двойные или составные³ медные сплавы, главными легирующими элементами которых являются различные металлы, кроме цинка и никеля. По химическому составу бронзы подразделяют на два класса: оловянные, в которых ос-

новным и легирующим элементом является олово, и безоловянные, например, кремнистые, кадмиевые, фосфорные и т.д.

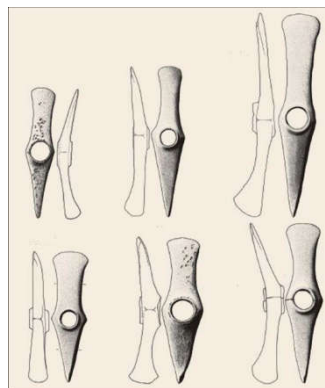


Рис. 4. Бронзовые топоры из Ясладани [4]

В современной промышленности большое распространение получили алюминиевые бронзы. Благодаря главному легирующему элементу алюминию данный тип сплавов обладает сравнительно низкой плотностью (7500 кг/м^3) и низкой теплопроводностью. За счет этих свойств алюминиевые бронзы нашли свое применение в космической отрасли, авиа- и судостроении. Для химика они тоже могут представлять определенный интерес.

Например (рис. 5), в β -фазе (обведена в зелёный круг) образуется твёрдый раствор на основе электронного соединения Cu_3Al , имеющего объёмно-центрированную кубическую кристаллическую решётку. А в γ_2 -фазе (обведена в красный круг) присутствует соединение Cu_9Al_4 . Его электронная плотность равна $21/13$, что означает, что соединение имеет сложную кристаллическую решётку. Напомним, что объёмно-центрированной кубической решётке соответствует электронная плотность, равная $3/2$.

³ Двойные сплавы – сплавы, состоящие из двух металлов. Составные сплавы – сплавы, состоящие из более чем двух металлов.

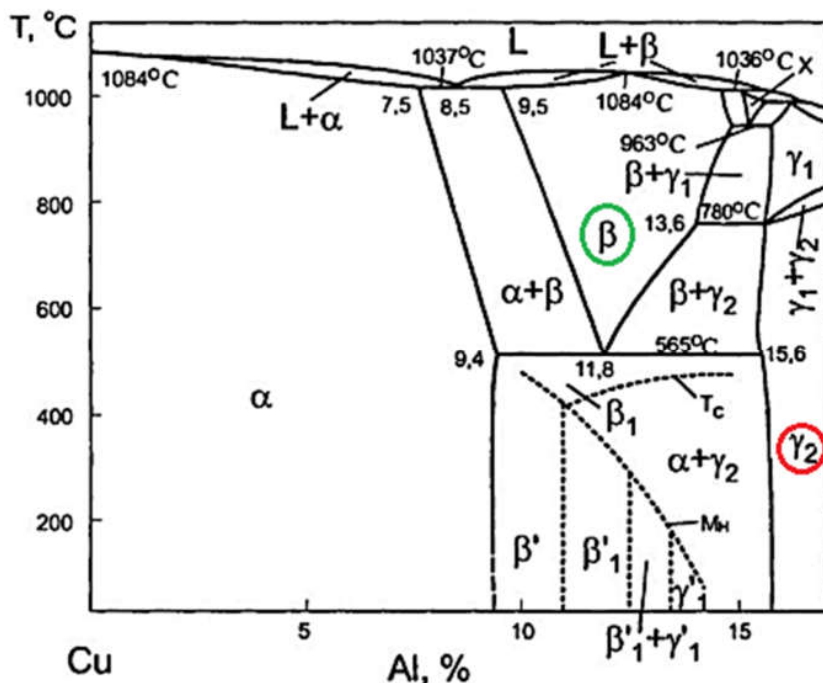


Рис. 5. Диаграмма состояния системы Cu – Al [2]

Следует отметить, какой всё-таки удивительный путь сквозь века и тысячелетия прошла бронза. Раньше её использовали для изготовления топоров и наконечников копий, с помощью которых человек отвоевывал у природы ресурсы, необходимые для выживания. Теперь бронза помогает нам завоевывать космос. Однако некоторые функции бронза

сохранила и до наших дней – главным образом, использование в монетном деле. До сих пор некоторые монеты, выпускающиеся, как правило, лимитированными изданиями, изготавливают из бронзы. Но раз уж мы заговорили про монетные металлы, нельзя не упомянуть еще об одном медном сплаве – о мельхиоре.

Мельхиор

Мельхиор носит название, происходящее от имён его создателей – французов Майо и Шорье, получивших его в 1819 году. Сейчас этот сплав в основном используется в монетном и ювелирном деле, а также употребляется в электронике при производстве резисторов и в судостроении из-за своей большой коррозионной устойчивости в морской воде.

Мельхиор – это двойной или более сложный сплав (в зависимости от марки) на основе меди, основным легирующим

компонентом которого является никель. Сплав является твердым раствором, поэтому хорошо обрабатывается давлением. Для повышенной коррозионной стойкости к нему добавляют марганец и железо. Так, например, монетным сплавом считается система Cu – Ni – Fe – Mn.

Стоит отметить, что мельхиор – довольно дорогой в производстве сплав, поэтому большого применения в промышленности он не нашел.



Металлургия меди является неотъемлемой частью истории человечества. Медь была одним из первых металлов, которые освоил человек, и первым компонентом для создания сплавов. Долгое время наши технологии были неразрывно связаны с медными сплавами, и до сих пор мы открываем для себя что-то

новое, изучая их удивительные свойства, подбирая нужные для нас комбинации элементов и создавая что-то новое. Надеюсь, в этой статье мы смогли приоткрыть завесу тайны меди и её сплавов. Несомненно, впереди нас ждёт еще множество открытий, которые не обойдутся без участия этих материалов

Литература

1. Дроздов А.А., Зломанов В.П., Мазо Г.Н., Спиридонов Ф.М. Неорганическая химия: В 3 т. / Под ред. Ю.Д. Третьякова. Т. 3: Химия переходных элементов. Кн. 2. – М.: Академия, 2007. – 400 с.
2. Осинцев О.Е., Федоров В.Н. Медь и медные сплавы. Отечественные и зарубежные марки. – М.: Машиностроение, 2004. – 336 с.
3. Богдан Т.В. Описание кристаллических структур металлов в терминах шаровых упаковок и кладок. – М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2015. – 29 с.
4. Бронзовый век. Европа без границ. Четвертое – первое тысячелетия до н. э.: каталог выставки. / Государственный Эрмитаж, Государственный Исторический музей, Государственный музей изобразительных искусств им. А.С. Пушкина, Государственные музеи Берлина Прусское культурное наследие. Под ред. Ю.Ю. Пиотровского. – Изд-во «Чистый лист», 2013. – 648 с.
5. Гуляев А.П. Металловедение. Учебник для вузов. 6-е изд., перераб. и доп. – М: Металлургия, 1986. – 544 с.
6. Дубинин Г.Н., Авраамов Ю.С. Конструкционные, проводниковые и магнитные материалы. – М.: Машиностроение, 1973. – 296 с.

Калейдоскоп

Калейдоскоп

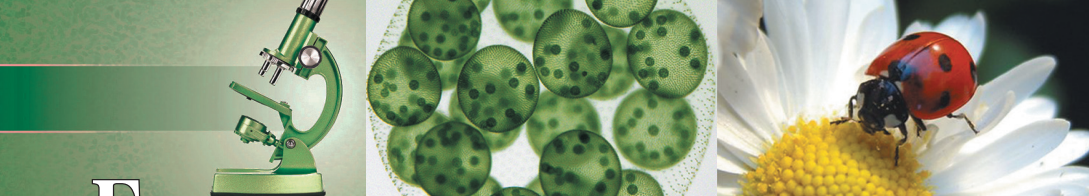
Калейдоскоп

Монолог алкена (продолжение)

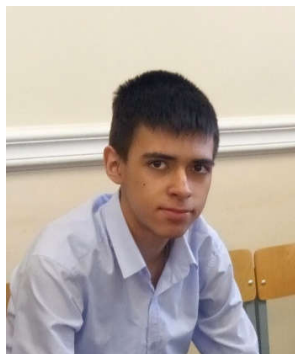
...а кто-то и вовсе изомеризовался, утратив изначальный скелет, превратившись в изломанную кошмарную тварь, имеющую совсем другие свойства, панически изменяющую агрегатное состояние при малейшем повышении температуры, способную легче замещать водород бромом, всё быстрее теряя углеводородный облик. Несчастные создания...

Я никогда не превращусь в это! Научившись горьким опытом своих когда-то друзей, я наконец понял, как достичь предела минимальными страданиями. Остался последний заветный шанс навсегда изменить свою жизнь, получить несчастные два водорода, которых мне так не хватает. Он слишком гордый для реакции с алкеном... Я посмотрю, как он запоёт, когда увидит рядом со мной платину! Редкая дама, скажу я вам, но мне посчастливилось встретить... Окунуться в спирт и в струе водорода в паре с платиной наконец обрести желанное равновесие. Всего одна реакция, один шаг отделяет меня от цели. Все ингредиенты готовы, и я уже предвкушаю завистливые мысли своих соперников, когда я наконец оставлю этот мир, перейдя в другой, более совершенный. Стать «химическим мертвецом», как сказал когда-то Коновалов. Ха-ха, аж до возбуждения электронов смешно. О нет, это не смерть, а бессмертие в нирване.

Мне часто говорят, что у меня ничего не выйдет, что вся затея глупа и не кончится ничем хорошим. Пусть завидуют, пусть дрожат в нетерпении узнать, что же получится у меня. Я буду смелее, я буду первым, кому удастся достичь предела... Будет смешно, если за этим пределом есть ещё какой-нибудь предел, о котором мечтают алканы... Не стоит думать об этом, не на то я трачу свои последние часы в обличии алкена. Пора прощаться с суетным непредельным миром, выслушать последние насмешки знакомых и наконец сделать последний шаг. Манящая пустота ждёт.



Биология



Агапов Антон Алексеевич

Учащийся 8 класса МБОУ Лицей № 6 имени академика Г.Н. Флерова, г. Дубна

Туманян Яна Рудольфовна

Учитель биологии МБОУ лицей № 6 г. Дубна им. акад. Г.Н. Флёрова, высшая квалификационная категория. Область интересов: генетика. Основные направления работы: подготовка к ВсОШ по биологии и экологии, проектная работа учащихся, эксперт по проверке ЕГЭ



Цветочные часы

Обычно клумбы разбивают для красоты. Но есть отличный способ совместить приятное с полезным: любясь раскрытием и закрытием цветов, можно определять время. Остаётся только подобрать подходящие цветы...

Можно заметить, что часто окружающий пейзаж заметно меняется в течение суток. Рядом с нашим домом есть невзрачный пустырь, поросший молюканом диким. Но ранним утром его не узнать – пустырь весь окутан облаком нежно-жёлтых цветов. Луужайка с поникшими днём цветами смолёвки ночью вечером преобразается. Цветы распускаются белыми звёздами!

У каждого растения есть собственный биоритм. Ему подчинены все жизненно важные процессы растений, такие как дыхание, активность фотосинтеза, выделение ароматических веществ и др., в том числе открытие-закрытие цветов, поднятие-опускание листовой пластины.

Самое интересное, что биоритмы растений так точно привязаны к определённым часам, что по ним можно узнавать время. Разнообразие биоритмов связано с особенностями каждого конкретного растения. Некоторые растения открывают цветы рано утром, когда солнце не очень активное, другие – наоборот, после того, как спадёт утренняя роса. Есть много растений, цветущих в тёмное время суток. Также активность растений тесно связана с биоритмами насекомых-опылителей. Цветки раскрываются, чтобы отдать нектар и пыльцу в строго определённое время, когда прилетают опыляющие их насекомые. Такая синхронность позволяет насекомым-опыли-

телям не тратить лишних усилий на поиски нектара, а растениям – своевременно вырабатывать пыльцу.

Изучая биоритмы растений, в XVIII веке учёный Карл Линней создал самые знаменитые цветочные часы. Каждый цветок сидел в своей ячейке и распускался в строго определённый час. Многие пытались повторить опыт Карла Линнея, но не у всех это получалось. Причина заключается в том, что практически невозможно использовать точно такие же растения, как у Карла Линнея. В разных климатических условиях биоритмы у растений разные. Нужно подбирать растения из местности своего проживания. Наблюдая за некоторыми растениями в двух городах – Липецке (Центральное Черноземье) и Дубна (Московская область), мы заметили, что распорядок дня одних и тех же видов растений отличается. Например, цикорий обыкновенный закрывается в Липецке в 14 часов, а в Дубне в 16, кульбаба осенняя закрывается в Липецке в 12, а в Дубне в 14 часов. У некоторых растений распорядок дня совпадал, например, у традесканции садовой.

Мы решили сделать собственные

цветочные часы. Территориально расположить их планировалось в городе Липецке на приусадебном участке. Поэтому предварительные наблюдения за растениями мы проводили именно в городе Липецке. Для наблюдений мы выбрали все доступные цветущие травянистые растения. Предпочтения отдавали дикорастущим и неприхотливым культурным. Всего получилось 45 растений.

В дневнике наблюдений каждому растению был отведён отдельный лист. На этом листе мы начертили таблицу с 24 столбцами (количество часов в сутках). Каждый час мы смотрели, закрыт или открыт цветок у растения. Если цветок открыт, то ставили в соответствующей ячейке таблицы красную точку, если закрыт – синюю. Для наблюдений мы выбирали только ясные солнечные дни, в пасмурную погоду растения ведут себя по-другому, многие цветы закрываются.

По итогам наблюдений сделан вывод, что 35 растений подходят для использования в клумбе «Цветочные часы», а 10 – нет, так как цветки у них открыты постоянно. В табл. 1 приведен полный список подходящих растений и их расположение по секторам клумбы.

Табл. 1. Исследованные растения

	Название растения	Время открытия, ч	Время закрытия, ч	Сектор клумбы (номер соответствует часу)
1	Шток-роза	5	22	5
2	Герань Робертова	6	18	6
3	Осот огородный	6	13	не посажен
4	Лён многолетний, лён декоративный	7	19	7
5	Цикорий обыкновенный	8	14	14
6	Ястребинка зонтичная	9	13	13
7	Козлобородник луговой	6	10	10
8	Латук дикий	6	11	11
9	Кульбаба осенняя	7	12	12
10	Вьюнок полевой	6	15	15
11	Латук татарский	8	16	не посажен

12	Календула аптечная	9	17	17
13	Мирабилис	18	8	18, 8
14	Лилейник буро-жёлтый	8	20	20
15	Энотера	19	6	19
16	Маттиола двурогая	20	7	не посажен
17	Василёк луговой	7	21	21
18	Звездчатка злаковая	6	22	22
19	Горец птичий	7	15	не посажен
20	Гвоздика полевая	7	20	не посажен
21	Пастушья сумка	7	17	не посажен
22	Лапчатка серебристая	12	16	16
23	Одуванчик лекарственный	8	16	не посажен
24	Кислица	10	20	не посажен
25	Василёк декоративный	8	20	не посажен
26	Эшольдия	7	17	не посажен
27	Газания	7	18	не посажен
28	Смолёвка обыкновенная	19	8	не посажен
29	Смолёвка ночецветная	20	9	9
30	Колокольчик крапиволистный	7	20	не посажен
31	Традесканция садовая	4	11	4
32	Бородавик обыкновенный	7	12	не посажен
33	Венечник ветвистый	6	19	не посажен
34	Многолепестник канадский	7	16	16
35	Многолепестник однолетний	8	17	не посажен

Для клумбы мы отобрали 19 растений: это традесканция садовая, шток-роза, мирабилис, лён декоративный, лапчатка серебристая, латук дикий, кулбаба осенняя, ястребинка зонтичная, цикорий обыкновенный, выюнок полевой, василёк луговой, лилейник буро-жёлтый, энотера, смолёвка ночецветная, козлобородник луговой, календула лекарственная, герань Робертова, звездчатка злаковая, многолепестник канадский. На пяти секторах, начиная с 23 часов и до 3 утра, был посажен клевер посевной, так как мы не смогли подобрать растения, которые бы открывались или закрывались в

этот временной интервал.

Как же устроена клумба «Цветочные часы»? Была сделана деревянная конструкция в виде круга с 24 секторами для каждого часа суток. Сектора расположены в два ряда по 12 в ряду. В каждый сектор высажено одно или несколько растений, цветы которых в этот час либо закрываются, либо открываются. Если цветы в этот час должны открыться, то табличка данного сектора окрашена в красный цвет, если закрыться – то в синий. У нас получилось 6 секторов красного цвета, 13 синего цвета и 5 незакрашенных (рис. 1, 2).

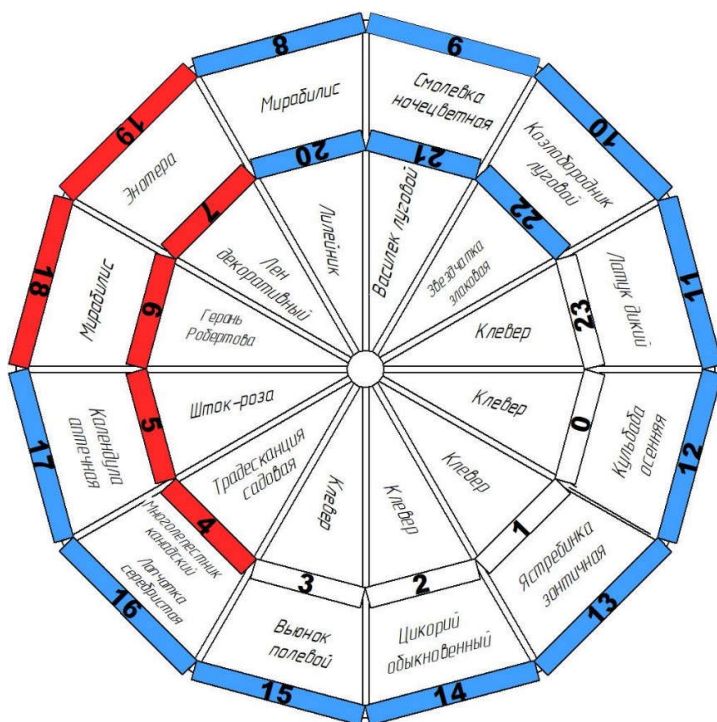


Рис. 1. Схема расположения растений в цветочных часах



Рис. 2. Клумба «Цветочные часы» (растение в секторе 9 позже было заменено с ястребинки на смолёвку ночецветную, и в настоящее время цвет таблички сектора 9 синий)

Чтобы определить время, начинаем обходить клумбу по часовой стрелке, по мере увеличения номера сектора. Нужно обращать внимание на цвет таблички сектора и состояние цветков растений, посаженных в этот сектор. Начинаем осмотр с 4 утра. В 4 часа открывается традесканция садовая (табличка покрашена в красный цвет). Если цветы традесканции закрыты, значит, 4 утра ещё не наступило, если открыты, то переходим на следующий сектор. В 5 утра открывается шток-роза. Если растение закрыто, то время между 4 и 5 часами утра, если открыто – переходим на следующий сектор. В 6 утра открывается герань Робертова. Если герань закрыта, то время между 5 и 6 часами утра, если открыта – переходим дальше, и т. д.

Для создания клумбы мы использовали много дикорастущих растений, поэтому с эстетической точки зрения такая клумба не всем нравится. Но при желании некоторые растения можно заменить на декоративные в соответствии с предпочтениями человека.

Для облегчения подбора растений в

сектора клумбы мы сделали её виртуальную модель (компьютерную программу в среде программирования FreeBasic). С помощью виртуальной модели можно подобрать растения по своему вкусу из предложенных, а также есть возможность добавить собственные варианты. Такая модель поможет правильно расположить клумбу на участке, подготовить почву в каждой ячейке в зависимости от потребностей выбранного растения и визуально представить вид клумбы в течение суток.

В основе алгоритма программы лежит работа с графикой. Основные элементы графики составляет библиотека изображений цветов. Вспомогательные элементы – это наборы кнопок и текст, выполненный на русском языке.

Библиотеку изображений (рис. 3) мы нарисовали самостоятельно в программе Paint.NET. При создании изображений растений за основу брались реальные фотографии. Для каждого растения выполнены два варианта изображения – с открытыми и закрытыми цветами.



Рис. 3. Библиотека изображений для реализации виртуальной модели клумбы «Цветочные часы»

При старте программы на экране схематично отражается клумба цветочных часов, где сектора еще не заполнены (пустые). По периметру вокруг клумбы расположены кнопки с изображением ос-

новных цветов (22 шт.) (рис. 4). Остальные кнопки цветов располагаются в дополнительном меню «Доп. цветок» (рис. 5). Вход в это меню осуществляется нажатием кнопки мыши на кнопку «+», а

затем на кнопку «Доп. цветок». В дополнительном меню представлены все

остальные кнопки цветов с возможностью их выбора для размещения в клумбе.

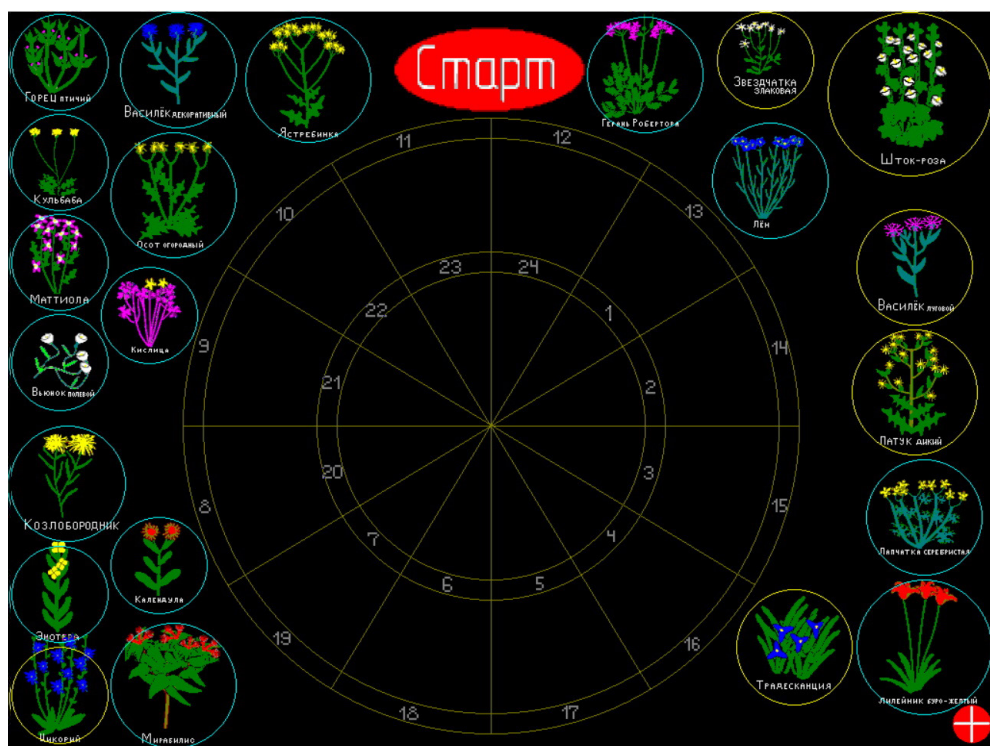


Рис. 4. Основное меню программы «Цветочные часы»



Рис. 5. Меню выхода в подпрограмму «Доп. цветок» и «Свой цветок»

Также с помощью кнопки «+» можно добавить свой собственный цветок, которого нет в списке исследованных растений. Чтобы поместить в клумбу собственное растение, нужно в дополнительном меню нажать кнопку «Свой цветок» (см. рис. 5). В этом меню предоставляется выбор времени открытия своего

цветка, а затем времени закрытия. После выбора этих параметров новый цветок можно поместить в клумбу. При этом используется изображение универсального цветка из библиотеки изображений. При посадке любого выбранного цветка на клумбу появляются две метки (кнопки) для времени открытия (красного цвета) и

времени закрытия (синего цвета). Пользователь самостоятельно выбирает место посадки (рис. 6). Если в определённый сектор клумбы можно посадить только одно растение, то при нажатии на кнопку этого растения оно сажается в данный сектор автоматически. Кнопки таких растений окрашены жёлтым цветом. Например, в нашем случае на сектор 4 часа можно посадить только традесканцию садовую.

В любой момент времени пользователь может прекратить рассаживать цветы и запустить режим таймера. В

этом режиме отображается связь времени (таймера) с открытием или закрытием цветов. В верхней части экрана отображается время в формате «часы : минуты». В зависимости от текущего времени таймера происходит смена изображений растений из библиотеки с открытыми цветами на закрытые и наоборот. При этом пользователь может наблюдать за изменением внешнего вида клумбы в течение суток. При достижении 24 часов таймер останавливается. После этого пользователь может продолжить рассадку новых растений.

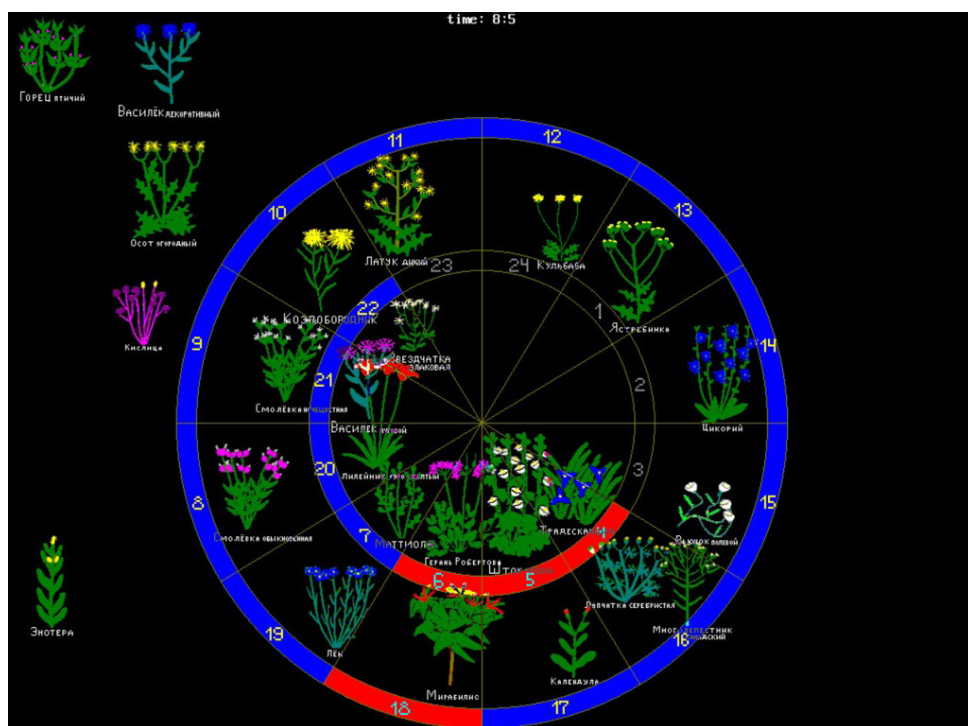


Рис. 6. Пример рассадки растений

С 4 часов утра до 22 часов с помощью наших цветочных часов можно определить время с точностью до часа. Ночью с 23 часов до 3 часов утра определить время нельзя, поскольку мы не смогли подобрать цветы, которые распускались бы в это время.

Если сравнивать с часами Карла Линнея, то у нас получилось семь совпадений. Карл Линней тоже использовал в

своих часах такие растения, как козлородник, ястребинка, кульбаба, лилейник буро-жёлтый, смолёвка ночцветная, цикорий, календула. Остальные 12 растений мы выбрали самостоятельно. Совпадений по времени высадки только два. Первое совпадение – у козлородника лугового, который закрывается в 10 утра. Второе – у лилейника буро-жёлтого, который закрывается в 20 часов.

Литература

1. Грау Ю., Юнг Р., Мюнкер Б. Дикорастущие лекарственные растения. – М.: ООО «Издательство АСТ», ООО «Издательство Астрель», 2003. – 287 с.
2. Задорожный А.М., Кошкин А.Г., Соколов С.Я. Справочник по лекарственным растениям. – М.: Лесная промышленность, 1988. – 452 с.
3. Растения для нас: справочное издание. – СПб.: Учебная книга, 1996. – 654 с.
4. Жоголев Д.Т., Галин Л.Л., Добросердова И.И. и др. Дикорастущие растения и грибы в медицине и кулинарии. – М.: Воениздат, 1994. – 448 с.
5. Цветочные часы Линнея. // Для всех и обо всём. – <https://p-i-f.livejournal.com/6675905.html>.
6. Необыкновенные цветочные часы Карла Линнея. // Про цветы. Комнатные, однолетние, многолетние. – <http://proklumbu.com/cvetniki/cvetochnye-chasy.html>.

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Романтическая история

Раствор марганцовки стоял мрачный на столе. Вот уже в который раз этот гордец надменно протестовал мимо перманганата калия, даже не бросая на него взгляд. То был пропан. Он был предельным, ему некогда было кружить вокруг марганцовки, он чувствовал в себе страсть, кипение чувств и мчался к свету в надежде встретить любовь всей своей жизни.

А там, наверху, под золотистыми прозрачными сияющими лучами солнца хлор, ощущая небывалый прилив энергии, распадался на радикалы. И одинокие радикальчики суматошно металась то назад, то вперёд, иногда сталкивались друг с другом и, вновь образуя зеленовато-жёлтый ядовитый газ, не находили себе места.

Завидев издаലെка летящий к ним пропан, радикалы хлора возрадовались. Они с радостным, по-детски счастливым визгом подлетали к молекулам алкана, отрывали от него атом водорода и кружились с ним в стремительном танце, образуя хлороводород. Но они были настолько непостоянны и неверны, что могли отобрать атом водорода не только у вторичного атома углерода, но даже и у первичного!

Оставшиеся пропильные радикалы негодовали, они были рассержены легкомысленным поведением хлора и очень возбуждены. Поэтому они, недолго думая, хватали попадавшийся им под руку хлор – так получались хлорпроизводные пропана. Такой исход был вполне выгоден и приятен для пропильных радикалов.

Но по какой-то невероятной воле судьбы в далёком детстве увидел краем глаза пропан молекулу брома и до того влюбился, что никак не мог жить, не встретив еще разок это прекрасное вещество. Поэтому наиболее мечтательные пропильные радикалы, не желая встречаться с хлором, сталкивались друг с другом и создавали новый предельный углеводород – гексан.

Устремился тогда гексан в далекое путешествие, мечтая о прекрасном бrome. Тяжко пришлось бедняге, чего только не повидал он на своём пути, но самым страшным испытанием оказались постоянные атаки голодного агрессивного кислорода. Он постоянно нападал на молекулу гексана, терзал, разрушал, постепенно превращая её в воду и углекислый газ. Также гексан подвергался жарким испытаниям под воздействием платины, и тогда преобразовывался он в вещество из совсем другой страны – гексен. Но часть молекул гексана выживала и продолжала путь к своей мечте.

Одним теплым вечером, когда затухающее зарево на небе источало последнее мягкое, томное, ласкающее розовое сияние, уютная сумрачная прохлада начала опускаться на разгоряченные кусты, цветные бабочки и блестящие жуки падали на пружинящую лос-нящуюся траву, брел гексан по дикому, заросшему лианами парку. Луна уже выплыла потихоньку на небо и освещала желтым светом легкие облачка вокруг себя. Внезапно среди кривых шершавых стволов промелькнул такой знакомый и недосягаемый силуэт.

Продолжение см. на стр.36



Медицина



Назаргалин Ринат Маратович

Выпускник 11 химического класса СУНЦ МГУ.

Научный руководитель: Олег Владимирович Колясников, старший преподаватель СУНЦ МГУ

Антибиотики в нашей жизни: азитромицин

На сегодняшний день бесспорно актуальны темы, отвечающие на такие простые вопросы: «Что принимать, чтобы не заболеть?», «Что принимать, если ты уже болен?». Они стали особенно важными в свете активно развивавшейся пандемии, охватившей весь мир. Среди прочих лекарств в протоколах лечения и профилактики коронавирусной инфекции был антибиотик под названием «азитромицин». Как он оказался там? Как он помогает бороться с этой инфекцией?

Антибиотики и проблема резистентности

Антибиотики (дословно «противо-жизненные») – противобактериальные (в основном) вещества, направленные на ослабление нежелательных микроорганизмов (рис. 1). После принятия таких препаратов наш иммунитет, ранее не справлявшийся с угрозой, с лёгкостью «добывает» уже не способного к размножению врага (некоторые антибиотики в больших концентрациях заменяют естественные защитные системы человека, выполняя за них эту работу). Но не стоит принимать данные вещества без рекомендации со стороны врачей-специалистов.

Ещё в очень давние времена люди знали о способах борьбы с болезнями,



Рис. 1. Антибиотики в одной из самых популярных форм – капсульной¹

вызываемыми микроорганизмами (плесневелый хлеб, мёд, лук, чеснок и пр.). Позже человечество научилось понимать механизм действия таких старых методов и начало создавать новые, более практичные лекарства.

¹ <https://stomaget.ru/wp-content/uploads/Antibiotiki-e1517196287840-670x353.jpg>

Начиная с 1940 года и следующие двадцать лет длилась так называемая «золотая эра» антибиотиков. Под «золотой эрой» подразумевают период времени, за который было совершено

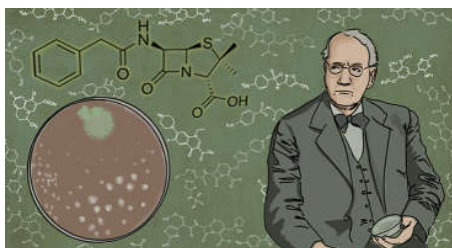


Рис. 2. Александр Флеминг²

открытие двадцати новых классов антибиотиков. Принято считать, что своё начало «золотая эра» берёт с открытия пенициллина Александром Флемингом (рис. 2) и внедрения его в медицинскую практику.

На сегодняшний день антибиотики производятся и планируются к производству в огромном количестве (рис. 3), из-за чего возникает такая немаловажная, но почему-то незаметная для неподготовленного глаза проблема – а именно, формирование резистентности у опасных бактерий, противодействие которым должны оказывать эти антибиотики (рис. 4).

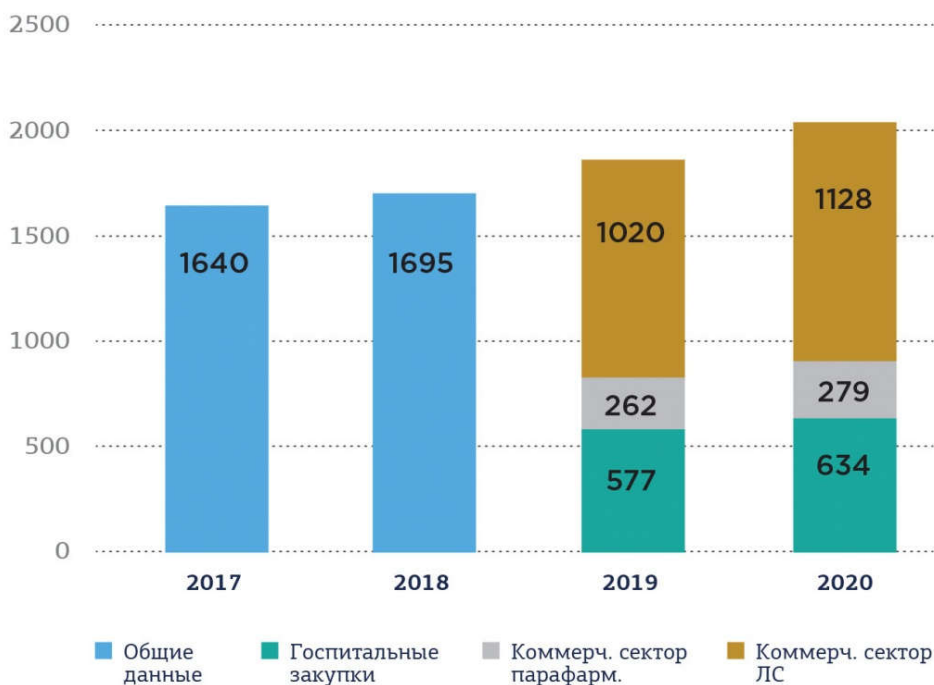


Рис. 3. Тренды российского фармацевтического рынка на период 2017-2020³

² <https://biomolecula.ru/articles/antibiotiki-i-antibiotikorezistentnost-ot-drevnosti-do-nashikh-dnei>

³ <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/farmatsevticheskiy-rynok-rossii-2021-vliyanie-pandemii-i-strategii-razvitiya/>



Рис. 4. Антибиотикограмма – определение чувствительности культуры к антибиотикам (если микроб чувствителен к антибиотику, вокруг бумажного диска роста не будет)⁴

Класс макролидов

Характерной отличительной особенностью макролидов среди других антибиотиков является их так называемое лактонное кольцо (рис. 5). Основная задача этих веществ – мешать процессу образования белка у бактериальных микроорганизмов, вследствие чего нарушается их жизнедеятельность. При высоких концентрациях макролидные препараты способны убивать патогенные бактерии. Первым представителем класса макролидов в медицинской практике стал эритромицин (рис. 6).

Макролиды способны противодействовать бактериям (как грамположительным, так и грамотрицательным), а также внутриклеточным микроорганизмам. Антибиотики класса макролидов бывают натуральные (из природного сырья) и полусинтетические (полученные в лаборатории). Но все они являются ингибиторами выработки белка на рибосомах любых бактерий (рис. 7).

Такие антибиотики, как азитромицин и кларитромицин, новые относительно других полусинтетических макролидов, способны также оказывать влияние на некоторых возбудителей инфекционных заболеваний дыхательных путей и неспорообразующих анаэробов.

Макролидные антибиотики не являются исключением, и у бактерий, которых они атакуют, также вырабаты-

До 1970-х, по большому счёту, никто не интересовался проблемой резистентности до тех пор, пока пациенты не начали умирать, как будто приняли не антибиотик, а плацебо. После этих смертей стало ясно, что в дальнейшей перспективе использование одних и тех же антибиотиков ни к чему хорошему не приведёт, и потому стала актуальной разработка новых классов антибиотиков, в частности, класса макролидов.

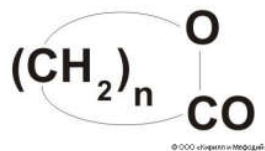


Рис. 5. Лактонное кольцо

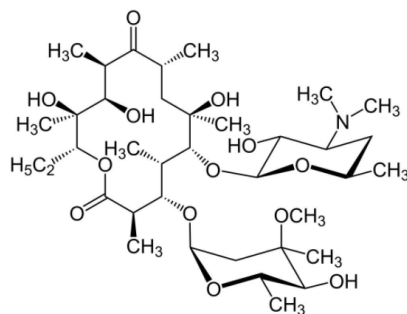


Рис. 6. Эритромицин – основной представитель класса макролидов

вается резистентность. Выглядит такая картина достаточно плачевно: грозные и бесстрашные бактерии, несмотря на огромные потери, эволюционируют и развиваются, в отличие от своего врага, и вот спустя тридцать лет ситуация меняется: враг не такой уж грозный, и он скорее навредит побочными действиями, чем вылечит пациента (например, уничтожит безобидные/полезные бактерии, нежели тех, против кого он предназначен).

⁴ <https://ru.wikipedia.org/wiki/Антибиотикорезистентность#/media/Файл:Antibiogram-Mueller-Hinton.JPG>

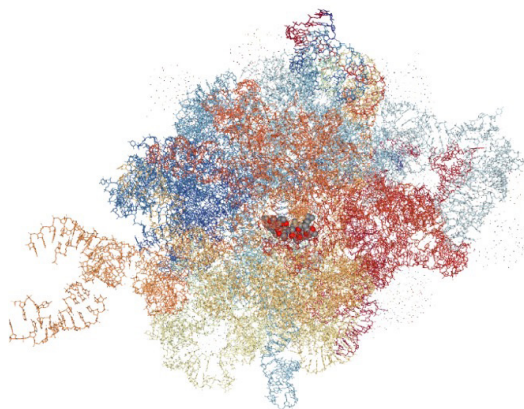


Рис. 7. Азитромицин (молекула из серо-красных атомов в центре) в комплексе с большой рибосомной субъединицей бактерии *Deinococcus Radiodurans*⁵

Бактерии, подвергающиеся воздействию антибиотиков класса макролидов, противодействуют им следующими способами:

- Усовершенствованием компонентов клетки (например, усилением защитного внешнего слоя).
- Дезактивацией антибиотика.
- Избавлением клетки от антибиотика.

На текущие дни наблюдается значительный рост резистентности бактерий к антибиотикам макролидного типа. В странах Европы и США, в среднем, резистентность находится в приблизительно интервале 15–40%. Для таких стран, как Италия и Япония, более ха-

рактерна резистентность в районе 30–50%.

У московских жителей резистентность пневмококка к азитромицину возросла с 8,4% до 21,3% за 2009–2016 гг. В Ярославле отмечается низкая резистентность этой бактерии к эритромицину: 7,5–8,4%. А для Томска и Иркутска данные числа гораздо больше – 15,5% и 28,3% соответственно.

Тем не менее, антибиотики группы макролидов – сейчас одна из самых безопасных—групп препаратов, имеющих возможность справиться с различными инфекционными заболеваниями. В частности, при их применении весьма низка вероятность серьёзных побочных эффектов.

Азитромицин

Азитромицин является полусинтетическим азалидом (макролид с 15-членной циклической структурой, содержащий в цикле атом азота). Как и любой другой представитель класса макролидов, азитромицин тормозит производство белка у микроорганизмов за счёт присоединения и блокирования

так называемого пептидилтрансферного центра большой рибосомной субъединицы, отвечающего за образование новой пептидной связи (рис. 8). Параллельно ингибируются реакции транслокации⁶ и транспептидации⁷, в результате чего нарушается процесс формирования и наращивания пептидной цепи в целом.

⁵ <https://www.rcsb.org/structure/1NWW>

⁶ Транслокация – перемещение рибосомы на один кодон вперёд.

⁷ Транспептидация – образование амидной связи между пептидным остатком и аминоацильным остатком аминоацил-тРНК.

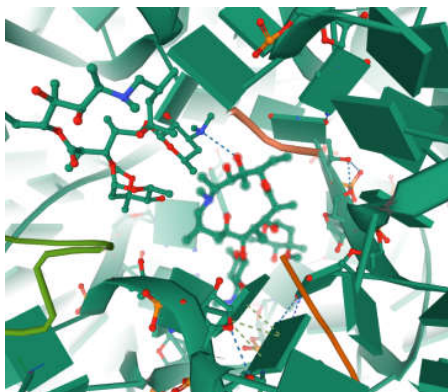


Рис. 8. Азитромицин в каталитическом пептидилтрансферазном центре большой рибосомной субъединицы бактерии *Deinococcus Radiodurans*⁸

В лекарственной форме азитромицин может быть принят внутрь в виде таблеток, капсул и сиропов. Это вещество имеет высокую биодоступность⁹ и потому применяется также при лечении респираторных заболеваний (ОРЗ, ОРВИ) для снижения вероятности быть подверженным бактериологическим па-

тологиям в период ослабления иммунной системы организма. Помимо этого, даже после выздоровления пациента азитромицин некоторое время продолжает оказывать защитное действие.

В свете недавних событий азитромицину нашлось неплохое применение (рис. 9): он обладает иммуномодулирующим и противовоспалительным действием, в том числе воздействует на провоспалительные цитокины. Также он используется в качестве дополнительной терапии для обеспечения антибактериального покрытия и потенциально иммуномодулирующего и противовоспалительного эффекта при лечении некоторых вирусных инфекций дыхательных путей (например, гриппа) или респираторных заболеваний (например, бронхоэктазов, бронхиолитов, муковисцидоза).

Описанные свойства азитромицина сделали его одним из важных компонентов в терапии COVID-19 на ранних этапах, использование которого спасло немало жизней.



Рис. 9. Использование лекарственных средств в России во время первой вспышки пандемии¹⁰

⁸ <https://www.rcsb.org/3d-view/1NWX/0>

⁹ Биодоступность – отношение эффективного количества вещества к его изначальному количеству.

¹⁰ <https://businessxxl.ru/wp-content/uploads/5/b/5/5b5b4c4f93f79f818f6df639c0eff648.png>

История азитромицина в рекомендациях Минздрава

Азитромицин и его методы применения достаточно подробно описаны во временных методических рекомендациях Минздрава по профилактике, диагностике и лечению новой коронавирусной инфекции (рис. 10). Однако в разных версиях сведения об азитромицине различаются.



Рис. 10. Обложка временных методических рекомендаций Минздрава. 15 версия¹¹

Версия 3 от 3 марта 2020 г.: нет упоминания.

Версия 4 от 27 марта 2020 г.: «В небольших клинических исследованиях было показано, что комбинация азитромицина с гидроксихлорохином усиливает противовирусный эффект последнего».

«Средне-тяжёлые формы (пневмония без дыхательной недостаточности) у пациентов старше 60 лет или пациентов с сопутствующими хроническими заболеваниями: возможный вариант схемы лечения: гидроксихлорохин + азитромицин».

Версия 5 от 8 апреля 2020 г.: «У пациентов в тяжёлом состоянии (ОРИТ) рекомендована возможная комбинированная терапия: цефалоспорины III поколения в комбинации с азитромицином».

«У отдельных категорий пациентов (недавно перенесённые оперативные вмешательства, госпитализации) целесообразно назначение препаратов, обладающих антистафилококковой активностью (цефтаролина фосамил, линезолид, ванкомицин) в комбинации с азитромицином».

«Проводятся исследования в отношении эффективности хлорохина фосфата и гидроксихлорохина сульфата, в том числе и в комбинации с азитромицином при коронавирусной инфекции».

«Список возможных к назначению лекарственных средств для лечения коронавирусной инфекции у взрослых: Азитромицин: Форма выпуска: Таблетки Лиофилизат для приготовления раствора для внутривенных инфузий; Схемы назначения: 500 мг per os или в/в 1 раз в сутки 5 дней; Противопоказания, особые указания, побочные эффекты: Часто вызывает нарушения зрения, слуха, диарею, боли в животе, артралгии, лимфопению, сыпь. С осторожностью пациентам с удлинённым интервалом QT».

«Также эффективен в лечении тяжёлых форм заболеваний (пневмония без дыхательной недостаточности ОРДС, сепсис) в комбинации Мефлохин +азитромицин».

Версия 6 от 28 апреля 2020 г.: «Азитромицин: Противопоказания, особые указания, побочные эффекты: Противопоказан при тяжёлой печеночной и/или почечной недостаточности, при беременности; С осторожностью назначать пациентам при совместном использовании с терфенадином, варфарином, дигоксином».

¹¹ https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/059/392/original/BMP_COVID-19_V15.pdf

Версия 7 от 3 июня 2020 г.: «Азитромицин: Схемы назначения: 250 мг per os или в/в 1 раз в сутки 5 дней».

Версия 8 от 3 сентября 2020 г.: «По данным французских центров фармаконадзора, из 120 поступивших за месяц спонтанных сообщений о НПР¹² у больных с COVID-19 85,8 % связаны с использованием гидроксихлорохина, причем в половине случаев НПР гидроксихлорохин был назначен совместно с азитромицином».

«Азитромицин: Форма выпуска: Таблетки Лиофилизат».

Версия 9 от 26 октября 2020 г.: «При появлении признаков бактериальной суперинфекции (лейкоцитоз ≥ 10 тыс./мкл, палочкоядерный сдвиг ≥ 6 %, гнойная мокрота, повышение прокальцитонина $\geq 0,5$ нг/мл) в схему 1 и 2 (лечение для среднетяжёлого течения болезни (без пневмонии)) назначается антибактериальная терапия длительностью 5–10 дней: азитромицин: 0,5 г внутрь в 1-й день, затем по 0,25 г каждые 24 ч (5-дневный курс)».

Версия 10 от 8 февраля 2021 г.: больше не является препаратом для этиотропного¹³ лечения.

«Антибактериальная терапия внебольничной пневмонии у пациентов без сопутствующих заболеваний (ХОБЛ (хроническая обструктивная болезнь легких), цирроз печени, алкоголизм, наркомания, истощение), не принимавших за последние 3 мес. антибиотики ≥ 2 дней и не имеющих других факторов риска, позволяет методу лечения путём принятия внутрь Амоксициллина в качестве альтернативы использовать макролид (следует отдавать предпочтение наиболее изученным при ВП¹⁴ макролидам с улучшенными фармакокинетическими свойствами (азитромицин, кларитромицин))».

«В антибактериальной терапии тяжёлой (пациент госпитализирован в ОРИТ) ВП азитромицин (или кларитро-

мицин) используется в комбинации с различными препаратами (например, цефтаролин, цефепим, цефотаксим, цефтриаксон)».

Версии 11–15 (7 мая 2021 г. – 22 февраля 2022 г.): нет значительных изменений.

Как мы можем пронаблюдать, начиная с 4-й и 5-й версий азитромицину нашлось применение в качестве препарата против тяжёлых форм заболевания в достаточно узких сферах и лишь в комбинациях с другими веществами, т. к. при одиночном применении он не оказывает достаточно безопасное воздействие на человеческий организм на фоне всех его побочных эффектов. К применению подобного рода веществ (чаще всего антибиотиков) надо подходить с особой осторожностью, поскольку даже при доказанном положительном влиянии на состояние пациента и эффективной борьбе с инфекциями или другими очагами болезни они могут нанести гораздо больше вреда, чем пользы в конечном счёте. А сам факт частого применения данного макролида даже в тех случаях, когда он теоретически неэффективен, может привести к быстрому развитию резистентности у бактерий, что в итоге обусловит замедление скорости его воздействия даже на побочные симптомы.

В версиях 6 и 7 к справке по противопоказаниям к применению азитромицина добавляется пункт, осведомляющий о нежелательном совмещении с несколькими препаратами, а допустимая дневная доза антибиотика снижается в два раза, что говорит о его крайне нестабильном влиянии на человеческий организм.

В версии 8 приводится наглядная статистика по случаям жалоб о НПР после использования гидроксихлорохина, 80 % из которых составляли комбинации с азитромицином.

¹² НПР – нервно-психическое развитие.

¹³ Этиотропное – направленное на устранение возбудителя заболевания.

¹⁴ ВП – внебольничная пневмония.



С 10-й версии и по нынешнее время азитромицин после продолжительного, в том числе практического исследования его воздействия был исключён из списка основных средств борьбы с коронавирусной инфекцией (главные причины: узкий круг допустимых случаев применения без серьёзных последствий и уже развитая высокая резистентность

при одиночном использовании антибиотика (табл. 1)). Однако его использование в комбинации с некоторыми препаратами помогало усилить антибактериальный эффект основного компонента, поэтому он остался в качестве дополнительного элемента при терапии достаточно тяжёлых форм внебольничной пневмонии.

Табл. 1. Развитие резистентности возбудителей к макролидам в процессе лечения инфекций дыхательных путей, %

Препарат	После одной недели	После четырёх недель	После шести недель
Азитромицин	68	87	85
Кларитромицин	60	33	17
Джозамицин	58	25	17
Рокситромицин	92	42	25
Эритромицин	42	Н/д	17

Отдельным пунктом стоит отметить препараты, которые применялись или применяются наравне с азитромицином, являются его аналогами или имеют схожий антибактериальный эффект и были упомянуты в версиях методических рекомендациях Минздрава.

В 5-й версии говорится о кларитромицине, представляющем собой альтернативный вариант при комбинированной терапии пациентов в тяжёлом состоянии в паре с цефалоспорином III поколения (цефтриаксон, цефотаксим, цефтаролина фосамил).

В 6-й версии кларитромицин описывается в качестве аналога азитромицина при комбинированном назначении с препаратами, обладающими антистафилококковой активностью (цефтаролина фосамил, линезолид, ванкомицин).

С 9-й версии кларитромицин, наравне с азитромицином, а также амоксициллин, левофлоксацин и моксифлоксацин используются в качестве дополнения к основным схемам лечения после проявления признаков

бактериальной суперинфекции в качестве антибактериальной терапии.

Начиная с 10-й версии кларитромицин, амоксициллин, левофлоксацин и моксифлоксацин могут заменить азитромицин практически во всех схемах его применения. Тем не менее, ни один из перечисленных заменителей ни в одной из версий не входил в основной список возможных к назначению лекарственных средств для лечения COVID-19 у взрослых, в отличие от самого азитромицина, покинувшего этот реестр лишь в 10-й версии от 8 февраля 2021 года.

От азитромицина в качестве одного из основных препаратов для борьбы с коронавирусной инфекцией решили отказаться ввиду неоднозначности его эффективности и наличия ощутимых негативных эффектов. Свою же известность он приобрёл благодаря своей доступности, хорошим результатам применения на начальных этапах пандемии и так называемому Протоколу Зеленко.

Протокол Зеленко

Одной из причин такой популярности и распространённости использования азитромицина в борьбе с COVID-19 является скандальное заявление Владимира Зеленко (украинско-американского врача, заслужившего степень доктора медицинских наук) в виде открытого письма Дональду Трампу 23 марта 2020 года, что он успешно излечил сотни пациентов с COVID-19 после 5-дневного курса Протокола Зеленко. Этот курс включает в себя метод комбинирования трёх препаратов: гидроксихлорохина (200 мг в день), сульфата цинка (220 мг в день) и азитромицина (500 мг в день).

Несмотря на то что в это же время различные организации (в том числе Всемирная организация здравоохранения) начали проводить эксперименты по определению эффективности применения гидроксихлорохина и азитромицина (и в паре друг с другом), а сам Зеленко был номинирован на Нобелевскую премию мира, его «исследования» подвергались множественной критике со стороны учёных и экспертов, а в июне того же года Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США отозвало разрешение на экстренное применение гидроксихлорохина для лечения COVID-19.

Таким образом, метод Зеленко не был официально утверждён как эффективный и безопасный, а поддерживаю-

щая его действия аудитория ограничивалась консервативными группами лиц и теми, кто увидел в нём «непризнанного борца с навязанной государством системой лечения». Несмотря на это, у него было достаточное количество последователей, чтобы осветить существование Протокола Зеленко на весь мир и организовать продажу его «чудодейственного» лекарства для противодействия COVID-19, включающего в свой состав азитромицин.



Рис. 11. Владимир Зеленко в 2020 году¹⁵

Итак, на примере азитромицина в явном виде представлены многие проблемы не только нахождения и внедрения лекарственных препаратов узкого направления в общую практику, но и реализации их в условиях постоянной непредсказуемой адаптации нежелательных микроорганизмов.

Литература

1. Регламент о профилактике, диагностике и лечении новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 9 (26.10.2020). – Мин. Здравоохранения РФ, 2020. – 235 с.
2. Антибиотики. // Большая Медицинская Энциклопедия. – <https://bmz.epr/index.php/АНТИБИОТИКИ>.
3. Потапова Н., Панов А. Антибиотики и антибиотикорезистентность: от древности до наших дней. // Биомолекула. – <https://biomolecula.ru/articles/antibiotiki-i-antibiotikorezistentnost-ot-drevnosti-do-nashikh-dnei>.
4. Лечение ангины и больного горла. Макролиды: группа антибиотиков последнего поколения при лечении ЛОР-заболеваний. // anginamed.ru. – <https://anginamed.ru/lekarstva/makrolidy-preparaty-spisok.html>.

¹⁵ https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Vladimir_Zelenko_Radio_NVC_interview.jpg

5. Буданов С.В., Васильев А.Н., Смирнова Л.Б. Макролиды в современной терапии бактериальных инфекций. Особенности спектра действия, фармакологические свойства. // Антибиотики и химиотерапия, 2003, т. 48, с. 11. – <https://medi.ru/info/8163/>.

6. Селезнева В.А. Макролиды: препараты этой группы антибиотиков, список, названия, эффективность. // ЗдравОтвет. – <http://zdravotvet.ru/makrolidy-gruppa-antibiotikov-preparaty-sposok-nazvaniya/>.

7. Страчунский Л.С., Козлов С.Н. Клиническая фармакология макролидов. // Русский медицинский журнал, 1997, № 21, с. 4 – https://www.rmj.ru/articles/klinicheskaya_farmakologiya/KLINICHESKAYA_FARMAKOLOGIYA_MAKROLIDOV/.

8. Assessment of Evidence for COVID-19-Related Treatments. – American Society of Health-System Pharmacists, 2021, с. 50–52. – <https://www.ashp.org/-/media/assets/pharmacy-practice>.

9. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Временные методические рекомендации. // Непрерывное медицинское и фармацевтическое образование. Справочный портал о НМО Минздрава. – <https://edu-rosminzdrav.ru.com/profilaktika-dagnostika-i-lechenie-covid-19/>.

10. Медицинский форум. Компания Astellas. Современные представления о преимуществах макролидных антибиотиков в ЛОР-практике. "Эффективная фармакотерапия. Пульмонология и оториноларингология", 2017, № 2 (14). // Медицинский портал для врачей uMEDp (Universal Medical Portal). – https://umedp.ru/articles/makrolidy_na_sovremennom_etape_privychnaya_praktika_ili_obosnovanny_vybor_vopros_ekspertam_ii_vsero.html?sphrase_id=87578.

11. Vladimir Zelenko // Wikipedia The Free Encyclopedia. – https://en.wikipedia.org/wiki/Vladimir_Zelenko.

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Романтическая история (продолжение)

Гексан бросился вперед и робким голосом окликнул едва заметное в темноте вещество, оно стремительно обернулось. Это был бром. Гексан медленно приближался к бром, по нему растекались леденящий страх и необъятное тепло от восторга и любви. Все его чувства будто готовились к этому моменту, будто стремились вылиться в это волнующее, заставляющее трепетать ощущение. Вдруг красно-бурый бром испуганно встрепенулся и беззвучно скрылся в темной гуще стволов и кустов. Гексан не успел сказать ни слова о своей мечте, и любви, и странствиях в поисках счастья.

Он стоял один посреди темной и неприветливой аллеи. Тоска волнами охватывала его, отовсюду веяло холодом, одиночество пугало. «Отчего же так? Всего себя я посвятил поискам детской мечты, желая повторить те чувства, которые испытал давным-давно. Как так получилось? Почему? Как?.. Как?.. Ведь... Ведь я так стремился... А бром... Почему я не сказал ни слова?.. Меня даже не стали слушать! А чем я плох?..»

Постепенно горячее чувство несправедливости поднималось в нем. Он ясно видел теперь, что с ним поступили нечестно, его обидели, оскорбили!

Ему становилось все жарче и жарче, он наполнялся негодованием, разбухал, раздувался. Он накалялся, страсти кипели в нем. Все его связи начали колебаться, дрожать. С гексаном случился крекинг. Он разорвался на крохотные кусочки, полетели мелкие алканы, алкены. Его разрушение было необратимо, и ничто не могло его спасти. Так исчез романтический гексан, а вместе с ним его светлая мечта.

Ржаво-коричневые листья тускло шипели, скользя по голым веткам кустов, ветер будто хрипло усмехался, пролетая над сине-зеленой, местами сверкающей отражением луны тропкой, и напевал тоскливый, тревожащий душу реквием.

Анастасия Р.

Олимпиады



Красильников Максим Сергеевич

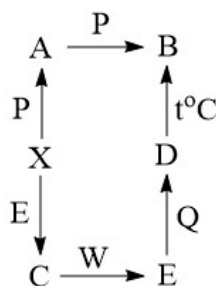
Студент 4 курса химического факультета МГУ, лаборант-техник в лаборатории молекулярного дизайна и синтеза ИБХ РАН. Преподаватель курса тонкого органического синтеза в СУНЦ МГУ им. М.В. Ломоносова. Составитель заданий по органической химии 2 тура заключительного этапа ВСОШ по химии

Задания Проектной химической олимпиады 2021-22 для 11 класса (1 тур)

В этом номере мы заканчиваем публикацию заданий отборочного этапа IV Проектной химической олимпиады. Предлагаем вниманию читателей задачи для 11 класса – самый сложный по сравнению с другими классами, но и наиболее интересный комплект.

Задача №1

Ниже представлена зашифрованная цепочка неорганических превращений. Не стоит бояться её, ведь дополнительно известно, что там фигурируют только три лёгких элемента (**X**, **Y** и **Z**), молярная масса каждого из которых меньше 30 г/моль. Соединения **A**, **B**, **C** и **D** бинарные и имеют одинаковый качественный состав, а вещество **X** – металл, легко режущийся ножом.



	A	B	C	D	E	P	Q	X	W
$\omega(Y), \%$	41,03	58,18	25,81	67,61	40	100	100	0	88,89

Вопросы:

1. Расшифруйте цепочку и определите все неизвестные вещества **A** – **E**, **P**, **Q**, **W**, а также элементы **X**, **Y** и **Z**. Ответ подтвердите расчётами.
2. Как получают **X** в промышленности и как – в лаборатории? Приведите уравнения соответствующих реакций.

3. При реакции **X** с **E** помимо **C** образуется также простое вещество **V**, состоящее из атомов элемента **Z**. При определённых условиях **V** вступает в реакцию с избытком **X**, образуя продукт **F**. Расшифруйте вещества **V** и **F** и напишите уравнения протекающих реакций.



Задача №2

Простое вещество, образованное элементом **X**, устойчиво на воздухе при обычных температурах. Однако при 400 °С оно начинает окисляться, и образуются светло-жёлтые кристаллы вещества **A** (реакция 1) с массовой долей более тяжёлого элемента, равной 0,7689. Действуя на **A** ядовитым газом **Y** (плотность по гелию равна 7), можно получить бинарное соединение **B** (реакция 2), при реакции с кальцинированной содой дающее смесь соединений **C** и **D**, а также газ без цвета и запаха (реакция 3). Массовая доля натрия в продукте **C** равна 0,0842, а в **D** – 0,1642.

При реакции **C** с иодидом натрия в солянокислом растворе (реакция 4) образуется комплексное соединение **E**, содержащее **X** в степени окисления +4, и выпадает тёмный осадок простого вещества **Z**. Вещество **C** также вступает в реакцию с бромидом элемента первой группы (массовая доля более тяжёлого элемента равна 0,624) в растворе бромоводородной и фосфорноватистой кислоты (реакция 5) и образует кристаллогидрат **F**, содержащий 2 молекулы воды и столько же атомов **X**. Дополнительно известно, что массовая доля кислорода составляет 2,435 %, брома – 48,7 %.

Если нагреть **A** до 300 °С в вакуумированном сосуде (реакция 6), то образуется вещество **G**, содержащее 85,3 % элемента **X** по массе. При обработке **G** водой и жёлто-зелёным газом с резким



Рис. 1. Тёмный осадок **Z**

запахом получается бесцветное, существующее только в водном растворе соединение **H** (реакция 7). Реагируя с гидроксидом бария, оно даёт вещество **I** (реакция 8), которое, в свою очередь, при 1000 °С вступает в реакцию с бариевой солью угольной кислоты в соотношении 1 : 4 с образованием **J** (реакция 9). Массовая доля **X** в нём составляет 0,298.

Вопросы:

1. Расшифруйте вещества **X** – **Z**, **A** – **J**. Где это возможно, подтвердите расчётом.
2. Напишите уравнения всех описанных реакций.
3. Объясните происхождение названия элемента **X**.

Примечание. Элемент и простое вещество обозначены одной буквой **X**.

Задача №3

Аминокислота **X** относится к основным аминокислотам, однако благодаря своему нестандартному строению имеет ряд особенностей. Обладая конформационно жёсткой структурой, **X** способна изгибать пептидную цепь, что зачастую приводит к изменению вторичной структуры белка.

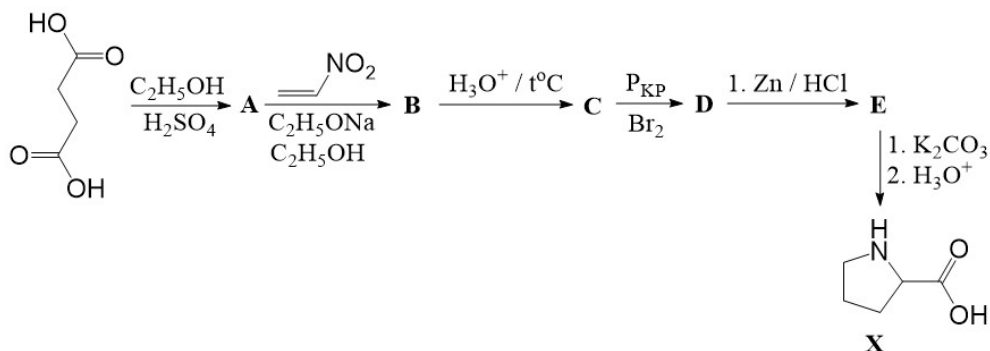
Ниже приведена схема синтеза кислоты **X** из янтарной кислоты.

Дополнительно известно, что пре-

вращение **B** в **C** сопровождается активным выделением углекислого газа, а брутто-формула вещества **B** – $C_{10}H_{17}O_6N$.

Вопросы:

1. Расшифруйте все неизвестные соединения **A** – **E** и приведите их структурные формулы. Как называется аминокислота **X**?
2. Превращение **C** в **D** носит имя трёх выдающихся советских химиков. Как называется эта реакция?



3. Какие побочные продукты могут образовываться на стадии превращения **A** в **B**? Приведите структурную формулу любого из них.

4. Известно, что в составе белка фрагмент **X** не может быть донором

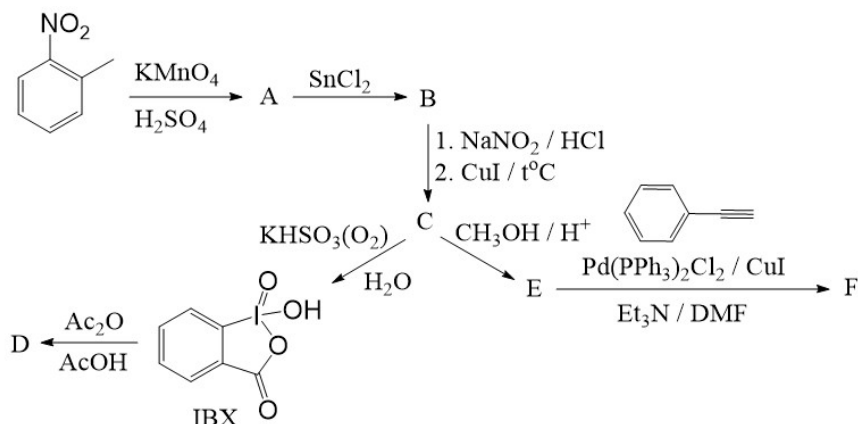
водорода при образовании водородной связи. Изобразите схематически аминокислоту **X** в составе пептидной цепи (связанную с двух сторон пептидной (амидной) связью) и объясните приведённое явление.

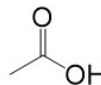
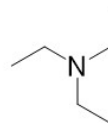
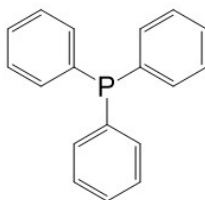
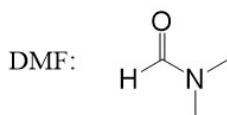
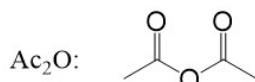
Задача №4

Соединения иода играют важную и разнообразную роль в современном органическом синтезе. Отдельную нишу занимают производные иодбензола, такие как соединение **C**. На его основе американские учёные Бенджамин Десс и Джеймс Мартин синтезировали вещество **D** – селективный и очень мягкий окислитель спиртовых групп, находящий применение в самых сложных

синтезах.

Помимо этого, соединения типа **C** активно используются при наращивании каркаса сложных органических молекул. Наличие иода позволяет проводить различные реакции кросс-сочетаний, собирая крупную структуру из более мелких. На схеме ниже приведён пример реакции кросс-сочетания между веществом **E** и фенилацетиленом.





Вопросы:

1. Из какого природного сырья производят основное количество иода?

2. Определите структурные формулы неизвестных соединений **A – D**. Известно, что и **D**, и **IBX** обладают хорошими окислительными свойствами. В чём заключается преимущество вещества **D** перед **IBX**?

3. Что образуется при окислении спиртов соединением **D**? В качестве примера приведите продукт окисления этанола.

4. Определите структурные формулы неизвестных соединений **E – F**. Как называется приведённая на схеме реакция кросс-сочетания?

Задача №5

2-гидроксibenзойная (или салициловая) кислота уже давно известна человеку и активно используется в медицинской практике. Впервые она была выделена итальянским химиком из коры ивы, а сейчас является продуктом крупнотоннажного производства. Салициловая кислота обладает жаропонижающим, противовоспалительным и анальгезирующим действием. Несмотря на это, её самое известное производное – аспирин (или ацетилсалициловая кислота) – гораздо более востребовано, хотя их фармакологические свойства практически идентичны.

1. Изобразите структурные формулы салициловой кислоты и аспирина. Сколько ионов водорода способна отщепить салициловая кислота? Приведите

последовательные уравнения диссоциации.

2. Какая из кислот, салициловая или бензойная, является более сильной? Объясните свой ответ.

Известно, что растворимость в воде салициловой кислоты равна 0,2 г / 100 мл, а константы её диссоциации $\text{pK}_1^a = 2,97$, $\text{pK}_2^a = 13,82$.

3. Приведите уравнения для обеих констант диссоциации. Для краткости записи дианион салициловой кислоты можно обозначать как S^{2-} .

4. Рассчитайте pH насыщенного водного раствора салициловой кислоты при ст. у.

5. В чём основное преимущество аспирина перед салициловой кислотой, если не брать в расчёт фармацевтические свойства?

Задача №6

В XIX веке соединения элемента **X** являлись самыми распространёнными ядами, следы которых не удавалось обнаружить до появления пробы Марша. Эта проба позволяла определить даже незначительные следы присутствия соединений **X**, что активно использовалось

в криминалистике и медицине. Суть пробы заключалась в следующем:

«В пробирку (1) с исследуемой пробой вводят цинк и из капельной воронки (2) приливают соляную кислоту. Полученную газовую смесь пропускают через U-образную трубку (3), наполненную

хлоридом кальция, и направляют в тугоплавкую стеклянную трубку (4), которую нагревают. В случае наличия в пробе соединений **X** трубка покрывается

тёмным налётом с металлическим блеском».

Схема лабораторной установки для проведения пробы Марша представлена на рис. 2.

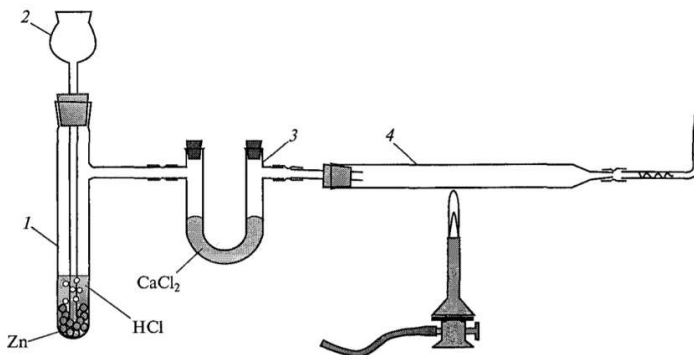


Рис. 2. Лабораторная установка для проведения пробы Марша

1. Исходя из предположения, что исследуемый образец содержит бинарную соль **Q** ($\omega(\text{Cl}) = 58,71\%$), определите элемент **X**, соль **Q**, а также приведите все уравнения реакций, протекающие в данной установке (всего их три).

2. Если полученный в трубке (4) чёрный налёт обработать раствором гипохлорита натрия, удаётся выделить кислоту **P**, по свойствам напоминающую ортофосфорную. Приведите уравнение протекающей реакции, структурную

формулу кислоты **P** и её название.

3. Является ли проба Марша количественным методом? Свой ответ обоснуйте.

4. Какую роль играет трубка с хлоридом кальция в данной установке?

5. В модифицированной версии установки для проведения пробы Марша вместо газовой горелки трубку помещают в электрический нагреватель. Для чего это сделано?

Решение задачи №1 (автор задачи – Красильников М.С.)

1. Можно подойти к задаче с нескольких разных сторон. Во-первых, все зашифрованные соединения состоят из элементов, молярная масса которых меньше 30 г/моль. Таким образом, все элементы тяжелее кремния отпадают.

Далее выясняется, что **X** – металл. Из металлов подходят только Li, Be, Na, Mg и Al, а с учётом того, что **X** легко режется ножом, можно догадаться, что скорее всего речь идёт о щелочном металле, то есть о Li или Na. Уже сейчас можно попробовать подобрать элементы по массовой доле, ведь **A** – **D** – бинарные, и скорее всего в них есть этот металл **X**.

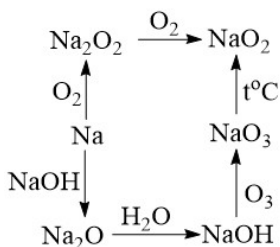
Всё становится ещё проще, если заметить, что **P** и **Q** – простые вещества, состоящие из одного и того же элемента **Y**. Таким образом, это аллотропные модификации. На ум сразу приходят кислород и озон. Из предположения, что **P** – кислород, несложно догадаться, что **A** – некоторое бинарное кислородное соединение металла **X**. Тут уже либо из массовых долей, либо из информации о четырёх кислородных соединениях металла с одинаковым качественным составом можно догадаться, что **X** – щелочной металл, а именно – Na.



	A	B	C	D	E	P	Q	X	W
$\omega(\text{O}), \%$	41,03	58,18	25,81	67,61	40	100	100	0	88,89
$M, \text{г/моль}$	78	55	62	71	40	32	48	23	18
Вещество	Na_2O_2	NaO_2	Na_2O	NaO_3	NaOH	O_2	O_3	Na	H_2O



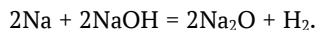
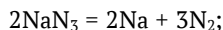
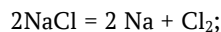
Рис. 3. Вещества **A** и **B** (<http://ooopmk.com/продукция>)



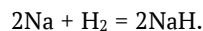
Установив с помощью расчётов формулы всех веществ, легко прийти к выводу, что последний элемент **Z** – водород.

2. В промышленности натрий получают электролизом расплава поваренной

соли (NaCl), в то время как в лаборатории натрий можно получить разложением его азида. Любой адекватный лабораторный способ засчитывается.



3. Таким образом, **V** – H_2 , как можно было догадаться и раньше. Водород может также реагировать с натрием с образованием его гидрида NaH (вещество **F**):





Критерии оценивания:

Пункт	Балл
1. Верно определены вещества X, Y, Z, A – E, P, Q, W – по 1 баллу за каждое.	11 баллов
2. Приведены верные уравнения – по 3 балла за каждое.	6 баллов
3. Верно определены вещества V, F – по 3 балла за каждое, приведено уравнение – 2 балла	8 баллов
ИТОГО:	25 баллов

Решение задачи №2 (автор задачи – Татаренко А.Ю.)

Вещество **A**, полученное при окислении на воздухе, вероятно, является оксидом. Его формулу можно представить как X_2O_n , где n – степень окисления металла. Используя данные о массовой доле более тяжёлого элемента **X**, вычисляем:

$$\frac{2M(X)}{(2M(X) + 16n)} = 0,7689;$$

$$M(X) = 26,6n.$$

n	X
1	–
2	–
3	Br – ?
4	Pd – ?
5	–
6	–
7	Re

Если же считать, что более тяжёлым элементом является кислород, то:

$$\frac{16n}{(16n + 2M(X))} = 0,7689;$$

$$M(X) = 2,4n.$$

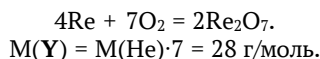
n	X
1	–
2	–
3	Li – ?
4	–
5	C – ?
6	–

Варианты с Br, Li и C подходящими не являются, так как не существует оксидов этих элементов в данных степенях окисления.

Правильный выбор между Re и Pd позволяет сделать знание о том, что диоксид палладия представляет собой тёмные кристаллы, а не жёлтые. Также

можно убедиться в том, что в задаче речь идёт именно о рении, исходя из дальнейших расчётов. Итак, **X** – это Re.

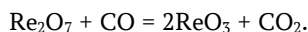
Реакция 1:



Такую молярную массу имеют несколько газов, например, CO, C_2H_4 , C_2D_2 . Однако ядовитым является именно угарный газ. **Y** – CO.

Очевидно, что в реакции с CO происходит восстановление Re^{+7} . Наиболее устойчивыми степенями окисления рения, помимо +7, являются +6 и +4. В данной реакции рений восстанавливается до +6. **B** – ReO_3 .

Реакция 2:



В следующей реакции рений диспропорционирует. В соединениях **C** и **D** он будет проявлять устойчивые степени окисления +7 и +4.

$$23n/0,0842 = 273n \text{ г/моль}.$$

Это $M(C)$ при n атомах Na. Если $n = 1$, то **C** – $NaReO_4$.

Рис. 4. $NaReO_4$

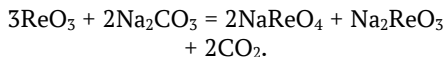


Для **D**:

$$23n/0,1642 = 140n \text{ г/моль.}$$

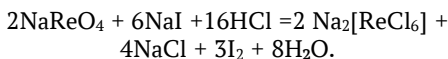
Это **M(D)** на n атомов Na. Если $n = 2$, то **D** – Na_2ReO_3 .

Реакция 3:



Тёмный осадок простого вещества **Z** – I_2 . Единственное возможное комплексное соединение, образующееся в данной реакции – это $\text{Na}_2[\text{ReCl}_6]$. **E** – $\text{Na}_2[\text{ReCl}_6]$.

Реакция 4:



Если принимать бром за более лёгкий элемент, то:

$$80/(1 - 0,624) - 80 = 132,8 \text{ г/моль.}$$

Это молярная масса металла в бромиде. Соответственно, бромид имеет формулу CsBr . В соединении **F** кислород, наиболее вероятно, входит только в состав молекул воды, которых по условию две. Следовательно,

$$32/0,02435 = 1314 \text{ г/моль.}$$

Это **M(F)**. Определим количество атомов брома в **F**:

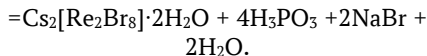
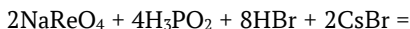
$$(0,487 \cdot 1314)/80 = 8.$$

Получается, что на атомы Cs приходится

$$1314 - (36 + 640 + 372) = 266 \text{ г/моль.}$$

Это соответствует двум атомам Cs. **F** – $\text{Cs}_2[\text{Re}_2\text{Br}_8] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Реакция 5:

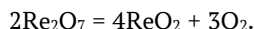


При нагревании в вакууме вещество **A** разложится до оксида рения в более низкой степени окисления и кислорода. Используя данные о массовой доле рения, вычисляем:

$$186/0,853 = 218 \text{ г/моль.}$$

Это **M(G)**. **G** – ReO_2 .

Реакция 6:



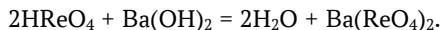
Жёлто-зелёный газ – это хлор. Он является сильным окислителем и в растворе переводит ReO_2 в HReO_4 . **H** – HReO_4 .

Реакция 7:



Очевидно, что при реакции нейтрализации получится бариевая соль рениевой кислоты. **I** – $\text{Ba}(\text{ReO}_4)_2$.

Реакция 8:

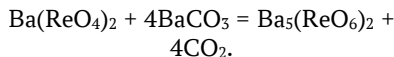


В качестве продукта, не содержащего рений, в следующей реакции может выделяться только CO_2 . Соответственно, при соотношении реагентов 1 : 4 образуется **J** – $\text{Ba}_5(\text{ReO}_6)_2$. Также эту догадку можно проверить, рассчитав долю Re в соединении:

$$186 \cdot 2 / (186 \cdot 2 + 12 \cdot 16 + 137 \cdot 5) = 0,298,$$

что сходится с данными, указанными в условии.

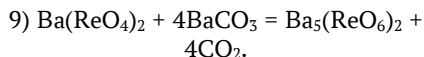
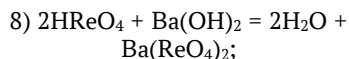
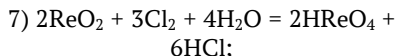
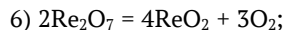
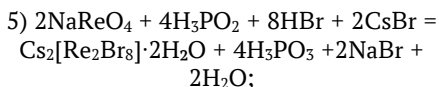
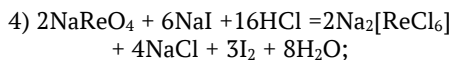
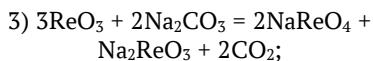
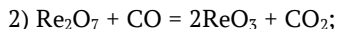
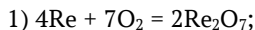
Реакция 9:



Зашифрованные вещества:

X	Y	Z	A	B	C	D
Re	CO	I_2	Re_2O_7	ReO_3	NaReO_4	Na_2ReO_3
E	F	G	H	I	J	
$\text{Na}_2[\text{ReCl}_6]$	$\text{Cs}_2[\text{Re}_2\text{Br}_8] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	ReO_2	HReO_4	$\text{Ba}(\text{ReO}_4)_2$	$\text{Ba}_5(\text{ReO}_6)_2$	

2. Уравнения реакций:



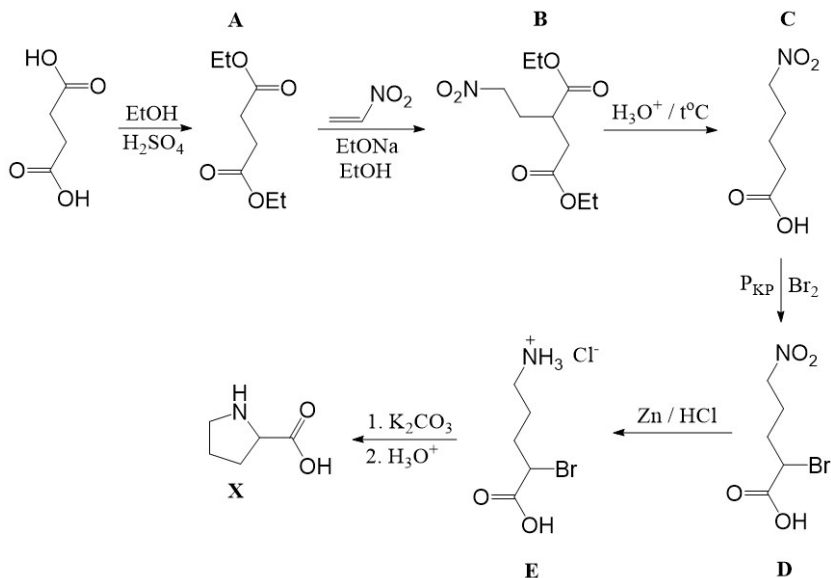
3. Название элемента происходит от латинского Rhenus – это наименование реки Рейн в Германии.

Критерии оценивания:

Пункт	Балл
1. За соединения X – Z, A – J – по 1 баллу	13 баллов
2. За каждую реакцию – по 1 баллу.	9 баллов
3. За правильный ответ – 3 балла.	3 балла
ИТОГО:	25 баллов

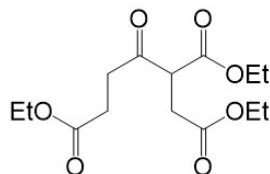
Решение задачи №3 (автор – Красильников М.С.)

1. X – известная аминокислота пролин. Схема реакций:



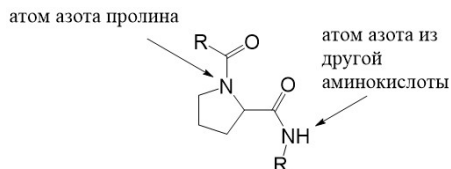
2. Реакция Гелля – Фольгарда – Зелинского.

3. Помимо присоединения по Михаэлю, диэтиловый эфир янтарной кислоты может также вступать в конденсацию Кляйзена сам с собой. Пример продукта соконденсации:





4. В общем виде молекула пролина в составе пептида представлена ниже. Как видно из структурной формулы, пролиновый атом азота не содержит водорода, в отличие от атома азота из другой аминокислоты.



Критерии оценивания:

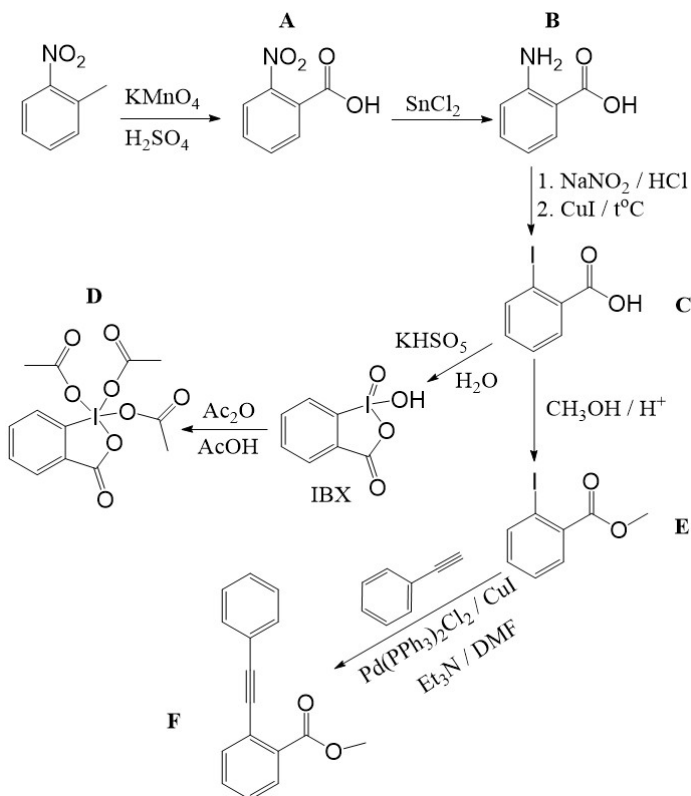
Пункт	Балл
1. За верные структурные формулы А – Е – 2 балла за каждую.	10 баллов
2. За верное название реакции – 3 балла.	3 балла
3. Идея о взаимодействии эфира янтарной кислоты самого с собой – 3 балла, структурная формула любого адекватного побочного продукта – 3 балла.	6 баллов
4. Верное изображение формулы пролина в составе олигопептида – 3 балла, идея об отсутствии водорода на азоте в пролине в отличие от остальных аминокислот – 3 балла.	6 баллов
ИТОГО:	25 баллов

Решение задачи №4 (автор – Красильников М.С.)

1. Иод добывают из морских водорослей или нефтяных буровых вод. За-

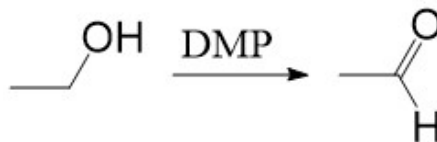
считывается любой адекватный ответ.

2. Схема:



Вещество **D**, также известное как периодинан Десса-Мартина, обладает лучшей растворимостью в органике, что делает его привлекательнее для химиков, чем IBX.

3. Реагент Десса-Мартина используют для селективного окисления спиртов до альдегидов или кетонов. Дальнейшее окисление до карбоновой кислоты при этом не протекает.



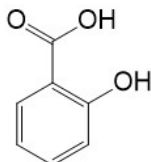
4. Структуры **E** и **F** приведены на схеме из п. 2. Превращение **E** в **F** – реакция Соногаширы.

Критерии оценивания:

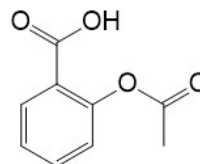
Пункт	Балл
1. За любой адекватный ответ – 2 балла.	2 балла
2. За верное определение веществ A – D – по 2 балла за каждое вещество; верно указано преимущество DMP над IBX – 3 балла.	11 баллов
3. Идея о селективном окислении до альдегидов (кетонов) – 2 балла; верный продукт окисления – 2 балла.	4 балла
Верно определены вещества E – F – 3 балла за каждое вещество; верно указано название реакции – 2 балла.	8 баллов
ИТОГО:	25 баллов

Решение задачи №5 (автор – Красильников М.С.)

1. Структурные формулы:

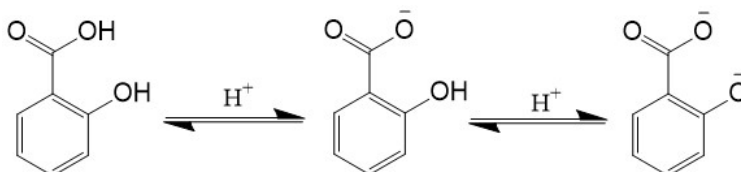


Салициловая кислота

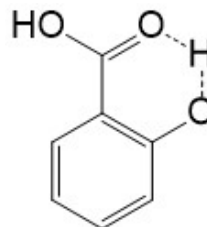


Аспирин

Салициловая кислота – двухосновная.



2. Конечно, салициловая кислота сильнее бензойной ввиду наличия электроотрицательного атома кислорода в кольце, являющегося сильным индуктивным акцептором. Помимо этого, гидроксильная группа способна участвовать в создании водородных связей, что также увеличивает кислотность.





3. Уравнения для констант диссоциации будут выглядеть так:

$$K^a_1 = \frac{[H^+][HS^-]}{[H_2S]}; K^a_2 = \frac{[H^+][S^{2-}]}{[HS^-]}.$$

4. Для успешного расчёта pH необходимо в дополнение к константам равновесия записать уравнения электронейтральности и материального баланса. Как можно заметить, константы отличаются друг от друга практически на порядок, что позволяет пренебречь диссоциацией по второй ступени и концентрацией $[S^{2-}]$.

Уравнение материального баланса:

$$C_0 = [H_2S] + [HS^-].$$

Уравнение электронейтральности:

$$[H^+] = [HS^-].$$

Путём несложных преобразований получаем квадратное уравнение вида:

$$[H^+]^2 + K^a_1[H^+] - C_0K^a_1 = 0$$

Данные о растворимости позволяют рассчитать, что концентрация кислоты в насыщенном растворе

$$C_0 = 2/138 = 0,0145 \text{ M.}$$

Таким образом, решая квадратное уравнение, получаем $[H^+] = 3,44 \cdot 10^{-3}$, а $pH = -\lg[H^+] = 2,46$.

5. Растворимость аспирина в воде заметно выше, чем салициловой кислоты, что упрощает его применение в качестве лекарства для приёма внутрь и улучшает усваивание в организме.

Критерии оценивания:

Пункт	Балл
1. Верные структурные формулы – 2 балла за каждую; указание основности кислоты и обеих ступеней обратимой диссоциации – 2 балла; если указана только основность без уравнений (схем) диссоциаций – 1 балл.	6 баллов
2. Верный ответ с объяснением – 4 балла, без объяснения – 1 балл.	4 балла
3. Верная запись констант кислотности – 2 балла за каждую	4 балла
4. Составление уравнения материального баланса – 2 балла; уравнения электронейтральности – 2 балла, квадратного уравнения – 3 балла, полностью верный ответ – 3 балла.	10 баллов
5. Верная догадка про растворимость – 1 балл.	1 балл
ИТОГО:	25 баллов

Решение задачи №6 (автор – Красильников М.С.)

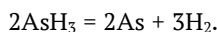
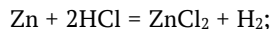
1. Подберём соль **Q** по массовой доле хлора в ней.

Число атомов хлора	1	2	3	4	5
Молярная масса вещества, г/моль	60,5	120,93	181,4	241,87	302,33
Элемент X	?	?	As	?	?

Единственным адекватным вариантом оказался $AsCl_3$. Действительно, соли мышьяка активно использовались в качестве ядов в XIX веке. Таким образом **X** – As.

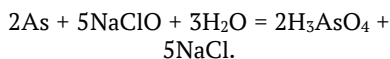
Уравнения всех протекающих реакций представлены ниже. Первоначально в реакционной колбе образуется газ ар-

син, который осушается в хлоркальциевой трубке и при попадании в нагретую трубку разлагается с выделением мышьяка.





2. Мышьяк растворяется в гипохлорите натрия с образованием мышьяковой кислоты Р.



3. Проба Марша не является количественным методом. Часть арсина не успевает разложиться и просто вылетает из трубки вместе с водородом.

4. Как уже было сказано, хлоркальциевая трубка используется в качестве осушителя.

5. Как в результате побочной реакции цинка с соляной кислотой, так и в результате разложения арсина выделяется водород, что небезопасно в случае присутствия открытого источника огня поблизости. Замена газовой горелки на электрический нагреватель устраняет эту проблему.

Критерии оценивания:

Пункт	Балл
1. Верное определение веществ X и Q – по 2 балла за каждое, уравнения реакций – по 3 балла за каждое.	13 баллов
2. Верное определение вещества Р – 2 балла; верное уравнение реакции – 2 балла.	4 балла
3. Верный ответ с объяснением – 3 балла; без объяснения – 1 балл.	3 балла
4. Верный ответ – 2 балла.	2 балла
5. Верный ответ – 3 балла.	3 балла
ИТОГО:	25 баллов

Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор

В одной лаборатории при проведении эксперимента регулярно происходили взрывы. Комиссия опытных химиков решила разобраться, почему так случается, и начала тщательно воспроизводить «аварийную» методику.

«В реактор добавьте компонент А». – Сделали.

«Добавьте компонент Б». – Сделали.

«Добавьте концентрированную азотную кислоту». – Сделали.

Перелистнув страницу методики, комиссия увидела следующее:

«Осторожно! По каплям! »

Урок химии в школе, лабораторная работа.

Учительница:

– Машенька, какого цвета у тебя получился раствор?

– Синего, Марьянна!

– Умница Машенька, садись, пять! Петенька, какого цвета у тебя раствор?

– Зелёного, Марьянна!

– Хорошо, Петенька, садись, четыре! А у тебя, Вовочка, какого цвета раствор?

– Красного, Марьянна!

Пауза...

– Вовочка – два! Класс – ложись!!!

Вытягивает студент-химик билет на экзамене.

Первый вопрос – ацетон. Молчит. Профессор не выдерживает:

– Ну, это же так просто! Формула ацетона $\text{CH}_3\text{-(C=O)-CH}_3$, это диметилкетон, он окисляется с разрывом углеводородного скелета, и так далее. Вам всё понятно?

Студент:

– Да, кроме одного: почему среднее «С» равно нулю?

**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



Третий тур Интернет-олимпиады СУНЦ МГУ 2021-22: задания по ХИМИИ

Продолжаем разбор заданий Интернет-олимпиады СУНЦ МГУ по химии. Третий тур – заключительный. Его задания часто имеют открытый ответ и всегда требуют вдумчивых решений, которые проверяются вручную.

Подробнее об Интернет-олимпиаде СУНЦ МГУ см. <https://internat.msu.ru/distantcionnoe-obuchenie/internet-olympiad/>

Задания для учащихся 7 – 8 классов**Задача 1.**

Посмотрите фильм по адресу: <https://www.youtube.com/watch?v=Ss5MbtNKC4>

В фильме использованы: вода (плотность $1,00 \text{ г/см}^3$), натрий (плотность $0,97 \text{ г/см}^3$), керосин (плотность $0,81 \text{ г/см}^3$).

Как будет протекать показанный процесс, если натрий заменить литием (плотность $0,53 \text{ г/см}^3$)? А кальцием (плотность $1,54 \text{ г/см}^3$)?

Решение:

Литий легче керосина, он будет плавать в нем и не дойдет до слоя воды (1 балл). Реакция будет гораздо слабее – литий прореагирует лишь со следами воды, растворенной в керосине (1 балл).

Кальций упадет на дно сосуда, под воду (1 балл). Он будет спокойно реагировать с водой и немного всплывать со дна за счет покрывающих металл пузырьков водорода (1 балл). Реакция будет не такой эффектной, как с натрием.

Итого 4 балла.



Задача 2.

Приходите к нам в химию, у нас есть:



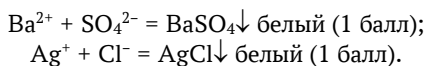
Как различить эти растворы? Приведите описание процедуры и, если при этом протекают реакции, напишите их уравнения.

Решение:

Для начала используем индикатор. Например, метилоранж будет желтым в растворах соли и щелочей, а в растворах кислот – красным. Фенолфталеин будет малиновым в растворах щелочей, а в растворах соли и кислот – бесцветным. Можно использовать и другие индикаторы, но обязательно указывать их названия и окраску в растворах (2 балла).

С помощью индикаторов мы однозначно определили раствор NaCl , а оставшиеся растворы поделили на две группы – кислоты и основания.

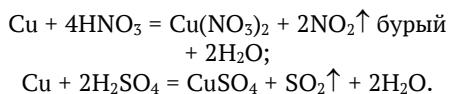
Серную и соляную кислоту можно определить по характерным реакциям ионного обмена:



Азотная кислота не дает осадка ни с солями бария, ни с солями серебра (1 балл).

Различение кислот на основании их окислительных свойств – плохой способ, поскольку азотная и серная кислота проявляют их лишь в достаточно концентрированных растворах, а мы не знаем, какова концентрация имеющихся

растворов. Тем не менее, продуманную схему различения по окислительным свойствам можно оценить в 2 балла (максимум). Например, азотная и серная кислоты способны окислять медь, при этом с азотной кислотой образуется бурый газ, а с серной бесцветный, соляная же кислота (в рамках школьной программы) с медью не взаимодействует:



Однако отметим, что упоминание образования голубого раствора в описании – ошибка. Голубой цвет имеет аквакомплекс $\text{Cu}(\text{II})$, а в концентрированных кислотах ионы меди не гидратированы. Раствор, образующийся в азотной кислоте, будет зеленым, а в серной – бесцветным.

Как различить растворы щелочей? Ионы калия и натрия практически не проявляют склонности к реакциям ионного обмена. Можно попытаться различить их по окрашиванию пламени (разумеется, при условии, что растворы были приготовлены на дистиллированной воде): ион Na^+ придает пламени ярко-желтую окраску, а K^+ – бледно-фиолетовую или бледно-розовую (2 балла).

Итого 7 баллов.

**Задача 3.**

Мешок из тонкого полиэтилена весом 4,0 г и объемом 5,6 л заполнили газом А. Затем мешок поместили в камеру, наполненную углекислым газом при н. у. Мешок свободно плавает (не поднимается и не опускается). Предложите не менее трех вариантов формулы газа А, приведите расчеты.

Решение:

Найдем массу 5,6 л углекислого газа (1 балл):

$$m = M \cdot v = M \cdot V / V_m = 44 \cdot 5,6 / 22,4 = 11 \text{ г.}$$

Мешок с газом А должен весить столько же, иначе он либо упадет, либо взлетит. Тогда газ А весит $11 - 4 = 7 \text{ г.}$ Молярная масса газа А (2 балла):

$$M = m/v = m \cdot V_m / V = 7 \cdot 22,4 / 5,6 = 28 \text{ г/моль.}$$

Это может быть азот N_2 , угарный газ СО, этилен C_2H_4 , диборан B_2H_6 , а также дейтероацетилен C_2D_2 (3 балла за не менее чем три варианта).

Итого 6 баллов.

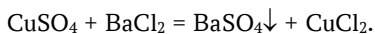
Задача 4.

Из голубого раствора при добавлении раствора хлорида бария выпадает белый осадок. Из этого голубого раствора при охлаждении выделились голубые кристаллы массой 5 г. Их растерли и нагревали при 160°C до тех пор, пока их масса не перестала изменяться, при этом вещество стало белым. Напишите уравнение реакции и определите массу конечного продукта.

Избыток того же голубого раствора прореагировал с 50 г 4 %-го раствора гидроксида натрия. Выпал сине-голубой осадок. Его высушили и нагревали при 400°C до тех пор, пока его масса не перестала изменяться, при этом вещество стало черным. Напишите уравнения реакций и определите массу конечного продукта.

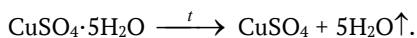
Решение:

Из описания следует, что речь идет о растворе сульфата меди (II). Выпадение белого осадка сульфата бария (1 балл):



При охлаждении раствора выпадает кристаллогидрат (медный купорос). При аккуратном нагревании он дегидратиру-

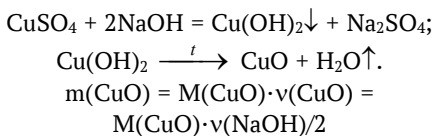
ется до неокрашенного безводного сульфата меди (II) (1 балл):



Найдем массу $CuSO_4$ (1 балл):

$$m(CuSO_4) = M(CuSO_4) \cdot m(\text{гидрата}) / M(\text{гидрата}) = 160 \cdot 5 / 250 = 3,2 \text{ г.}$$

При действии щелочи из раствора сульфата меди выпадает гидроксид меди, который при прокаливании превращается в черный оксид меди (II) (2 балла):



(при расчете не забываем, что щелочь в недостатке).

$$m(NaOH) = m(p-pa) \cdot \omega = 50 \cdot 0,04 = 2 \text{ г;}$$
$$v(NaOH) = m(NaOH) / M(NaOH) = 2 / 40 = 0,05 \text{ моль;}$$
$$m(CuO) = M(CuO) \cdot v(NaOH) / 2 = 80 \cdot 0,05 / 2 = 2 \text{ г (2 балла).}$$

Итого 7 баллов.

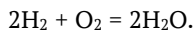
Задача 5.

Напишите четыре реакции получения воды: 1) реакцию соединения, 2) реакцию разложения, 3) реакцию замещения, 4) реакцию обмена.

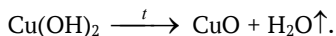
Решение:

По 1 баллу за реакцию каждого типа.

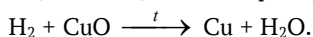
Реакция соединения:



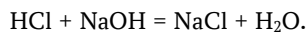
Реакция разложения – например:



Реакция замещения – например:



Реакция обмена – например:



Итого 4 балла.

Всего за комплект – максимум 28 баллов.

Задания для учащихся 9 – 10 классов

Задача 1.

Пожар электромобиля: <https://alternativenergy.ru/tehnologii/703-bezopasnost-akkumulyatorov-v-elektromobilyah.html>.



В результате аварии электромобиля загорелся литий-ионный аккумулятор. Аккумулятор содержит 10 кг лития. Теплота образования оксида лития 600 кДж/моль.

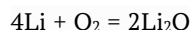
1. Сколько энергии выделится при сгорании всего аккумулятора в кислороде (для простоты считайте, что энергия выделяется только за счет горения лития)?

2. Какие продукты образуются при горении лития на воздухе? Напишите уравнения реакций.

3. Что произойдет при тушении данного пожара водой? Напишите уравнения возможных реакций.

Решение:

1. При горении лития в кислороде протекает реакция:



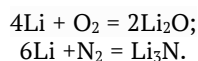
или



По условию при образовании 1 моль оксида лития из простых веществ выделяется 600 кДж. Значит, при образовании оксида лития из 10 кг лития выделится

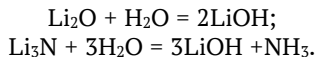
$$Q = Q_{\text{обр}} \cdot \nu = Q_{\text{обр}} \cdot m(\text{Li}) / M(2\text{Li}) = 600 \text{ кДж} \cdot 10000 \text{ г} / 14 \text{ г/моль} = 428571 \text{ кДж (1 балл)}.$$

2. Литий реагирует также с азотом, содержащимся в воздухе, т.е. образуются оксид и нитрид (1 балл). Уравнения реакций – по 0,5 балла (всего 1 балл):





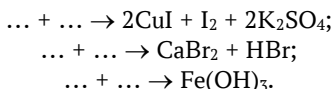
3. Продукты горения реагируют с водой, процесс экзотермический. Уравнения реакций – по 0,5 балла (всего 1 балл):



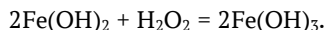
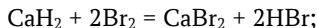
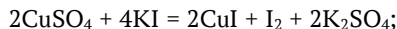
Итого 4 балла.

Задача 2.

Какие два вещества вступили в реакцию, если в результате образовались следующие вещества (указаны все продукты без коэффициентов)? Напишите полные уравнения реакций.



Решение:



(По 1 баллу на указание веществ и по 1 баллу за уравненную реакцию).

Итого 6 баллов.

Задача 3.

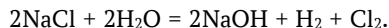


Напишите уравнение реакции, протекающей с образованием хлора при пропускании тока через горячий соленый борщ. Как называется электрод, на котором выделяется хлор, как заряжен этот электрод – положительно или отрицательно?

Чем надо дополнить конструкцию кастрюли, чтобы протекала именно эта реакция? Какая реакция будет протекать в реальности, если это дополнение не сделать?

Решение:

Образование хлора при электролизе раствора соли (1 балл):



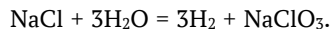
Хлор выделяется на аноде, где происходит окисление хлорид-ионов (1 балл). Отрицательно заряженные хлорид-ионы стремятся к положительно заряженному электроду, т. е. анод заряжен положительно (1 балл).

Написанная выше реакция протекает, если катодное и анодное пространство разделены диафрагмой (полупроницаемой мембраной) (1 балл).

Без диафрагмы хлор, выделяющийся на аноде, смешивается со щелочью, образующейся на катоде, и взаимодействует с ней (1 балл):



Суммарный результат электролиза без диафрагмы (2 балла):



Уравнения с образованием гипохлорита натрия NaClO неверны, поскольку борщ горячий, а при нагревании NaClO диспропорционирует на NaCl и NaClO_3 .

Итого 7 баллов.

Задача 4.

Пары вещества X полностью сгорели в равном объеме кислорода. Плотность паров X меньше, чем кислорода, но больше, чем воздуха.

Определите формулу X, напишите реакцию X с гидроксидом меди (II) и условия ее проведения. Как меняется цвет в ходе реакции?

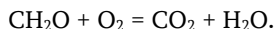
Решение:

По условию молярная масса X между 32 и 29 г/моль. В составе X не может

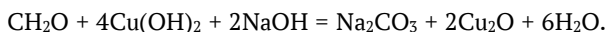
быть двух и более атомов углерода, потому что тогда для сгорания нужен больший объем кислорода. (Обоснование – 1 балл).

Тогда подходит CH_2O – формальдегид, $M = 30$ г/моль (1 балл).

Его горение (1 балл):



Реакция с гидроксидом меди (II) (2 балла):



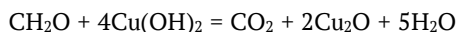
синий



Реакция идет при нагревании с избытком щелочи (1 балл).

Изменение цвета с синего на красный – 1 балл. Возможно указание на исходный цвет гидроксида меди (II) как на голубой. Это неверно, но балл за такую неточность не снижался.

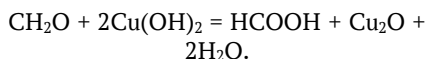
Возможно написание реакции с гидроксидом меди (II) как



красный



или



За первую реакцию можно было поставить 1 балл (не учтена щелочная среда), вторая реакция неверна (HCOOH окисляется гидроксидом меди далее и не может быть конечным продуктом реакции), т. е. 0 баллов.

Итого 7 баллов.

**Задача 5.**

На фото изображены два изомера. Они образуются из анилина при его взаимодействии с некоторой кислотой (с предварительной защитой аминогруппы

и последующим гидролизом). В составе этих веществ содержится 20,29 % азота. Правое вещество является более сильным основанием, чем левое.



Что это за вещества? Назовите их и изобразите их структурные формулы.

С какой кислотой взаимодействует анилин при получении этих веществ?

Эти основания сильнее анилина или

слабее? Почему? Почему правое вещество – более сильное основание, чем левое?

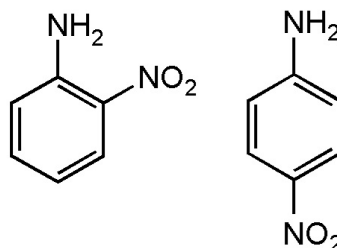
На следующих фото – дихромат и хромат калия.



Нетрудно догадаться, что их легко спутать по внешнему виду с рассматриваемыми веществами. Как отличить наши вещества от дихромата и хромата калия? Опишите процедуру и, если используются химические реакции, приведите их уравнения.

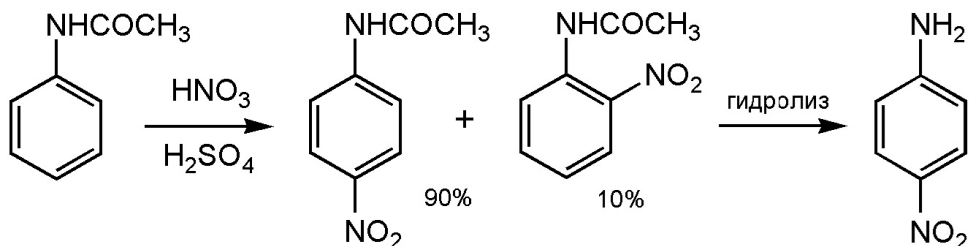
Решение:

Полученные вещества – о-нитроанилин и *p*-нитроанилин (1 балл за названия, 1 балл за структурные формулы):



Анилин взаимодействует с азотной кислотой (1 балл). Предварительно аминогруппу защищают ацилированием,

нитрование проводят в присутствии серной кислоты, а затем гидролизуют амидную связь (ни схемы, ни уравнения реакций в ответе не требуются и приведены здесь исключительно для иллюстрации):



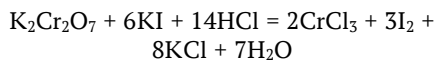
Проверка предположения о нитроанилинах: рассчитаем массовую долю азота.

$$\omega(\text{N}) = \frac{M(2\text{N})}{M(\text{нитроанилина})} = \frac{2 \cdot 14}{138} = 0,2029 - \text{верно.}$$

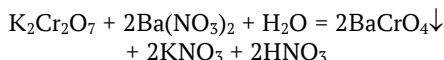
Нитроанилины слабее анилина как основания (1 балл), потому что содержат электроакцепторную группу – NO₂, уменьшающую электронную плотность на азоте аминогруппы (1 балл). Левое вещество (более слабое основание) является о-нитроанилином (1 балл), т. к. в нем нитрогруппа находится ближе всего к аминогруппе и влияет на нее сильнее (1 балл).

Отличить нитроанилины от хромата и дихромата калия можно по растворимости в воде (первые растворимы плохо, вторые хорошо; зато первые растворимы в эфире, в отличие от вторых). В разбавленных водных растворах можно проводить качественные реакции на хромат и дихромат – например, пробу на окислитель с подкисленным раствором иодида, осаждение хромата бария или

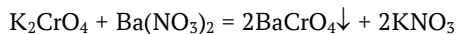
свинца:



(появление синей окраски в присутствии крахмала);

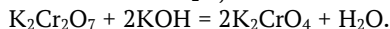
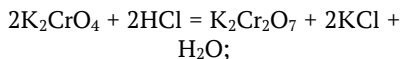


или



(выпадение желтого осадка, аналогично и с нитратом свинца).

Можно также наблюдать изменение окраски при подкислении и подщелачивании растворов хромата и дихромата, соответственно:



Любой адекватный и внятно описанный способ различения – 2 балла.

Итого 8 баллов.

Всего за комплект – 32 балла.

Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор

Для чего медики пишут сочинение при поступлении? Чтобы отсеять всех абитуриентов с понятным почерком!

В операционной:

– Доктор, мне больно!

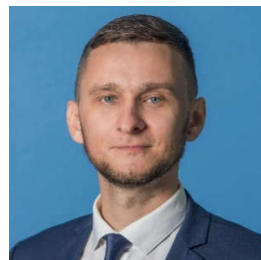
– Тихо! У нас экзамен.

**Колясников Олег Владимирович**

Методист ГБОУ ГМЦ ДОНМ, координатор Междисциплинарной олимпиады конвергентного образования

Алексеев Алексей Витальевич

*Методист ГБОУ ГМЦ ДОНМ,
учитель географии ГБОУ Цифровая школа*

**Дерябина Светлана Сергеевна**

*Методист ГБОУ ГМЦ ДОНМ,
заслуженный учитель РФ,
почетный работник сферы образования*

Семяшова Елена Константиновна

*Методист ГБОУ ГМЦ ДОНМ,
магистр по направлению «Биология»,
куратор городского образовательного проекта
«Естественно-научная вертикаль»*



Химическая составляющая заданий VII Междисциплинарной олимпиады конвергентного образования

Давайте познакомимся с ещё одной олимпиадой. Пока что она не является открытой и проводится только для школ, участвующих в проектах предпрофессионального образования. Но концепция ее нетривиальна, и хочется надеяться, что круг участников в дальнейшем будет расширен.

С 2013 г. в системе образования г. Москвы развиваются проекты предпрофессионального образования. В рам-

ках этих проектов обучающиеся знакомятся с медицинскими, инженерными и научными профессиями, получают опыт

работы с современным учебным и научным оборудованием, выполняют проектные и исследовательские работы, представляемые на открытых городских конференциях предпрофессионального образования¹. Последние годы для учеников 10-х классов школ – участниц проектов предпрофессионального образования города Москвы проводится Междисциплинарная олимпиада конвергентного образования (МОКО). Основная особенность олимпиады состоит в межпредметности большей части заданий, требующих для их решения не только знаний нескольких школьных дисциплин, но и нестандартного мышления. В 2022 г. в МОКО были представлены задания, разработанные с использованием материалов по математике, информатике, физике, химии, биологии, географии и английскому языку. Здесь мы представим химическую часть заданий МОКО.

В 2022 г. первые два этапа МОКО

были организованы в дистанционной форме. Первый этап был отборочным и состоял в решении ряда тестовых заданий. Тестовые задания заранее были проверены на устойчивость к поиску в Интернете по ключевым словам. В этапе приняли участие 575 школьников из 24 образовательных организаций. Второй этап проходил в режиме прокторинга и состоял в решении семи заданий с развернутым ответом. В нем приняли участие 24 школьника из семи школ, показавших наилучшие результаты на первом этапе. На третьем этапе 10 школьников из трёх школ, отобранные по результатам второго этапа, выполняли практические задания с использованием учебного оборудования, присутствующего в школах – участницах проектов предпрофессионального образования. Победителями олимпиады стали участники из ГБОУ Школа имени Маршала В.И. Чуйкова и ГБОУ Школа № 2065.

Первый этап МОКО

На первый этап было вынесено четыре задания, имеющих отношение к химии.

Задание 1.



Растительный гормон при каталитической реакции с водой образует биологически активный продукт. Пары этого продукта легко воспламеняются, что обуславливает один из вариантов его широкого использования. При очистке продукта методом ректификации образуется устойчивая смесь продукта с водой, содержание в которой продукта в объёмных процентах составляет: 1) 38 %; 2) 40 %; 3) 70 %; 4) 96 %.

Решение: Растительным гормоном, который встречается в школьном курсе

химии, является этилен, стимулирующий вызревание плодов, на что указывает иллюстрация к заданию. Реакция этилена с водой приводит к этиловому спирту, который, в свою очередь, при ректификации образует азеотропную смесь с водой с составом примерно 96 : 4.

Ответ: 4.

Следующее задание опиралось на школьный курс органической химии.

Задание 6.



¹ Портал проектов предпрофессионального образования: <https://profil.mos.ru>.



Уксусная кислота активно участвует в метаболизме живых организмов, поэтому она с древнейших времён применяется в кулинарии. Люди получали её различными методами, например, возможно её получение при окислении смеси углеводов перманганатом калия в сернокислой среде. Следует отметить, что в результате окисления для простоты выделения должно образоваться только одно органическое вещество – уксусная кислота. Какие вещества могут входить в подобную смесь углеводов? 1) бутadiен-1,3; 2) пропен; 3) бутин-2; 4) пентин-2; 5) бутин-1; 6) транс-бутен-2.

Решение: Наиболее очевидным ответом являются углеводороды с главной цепью из четырёх атомов углерода, содержащие одну кратную связь между вторым и третьим атомами. Менее очевидным вариантом ответа будет пропен, образующий в качестве побочного продукта окисления углекислый газ.

Ответы: 2, 3, 6.

Следующее задание для разнообразия относилось к области неорганической химии на стыке с ядерной физикой и географией.

Задание 15.



Учёные обнаружили в точке с координатами 51°23' с. ш., 30°05' в. д. образец, содержащий практически не существующий в природе элемент. При потере атомом этого элемента альфа-частицы образуется атом элемента, существующего в природе. С наибольшей вероятностью массовое число образовав-

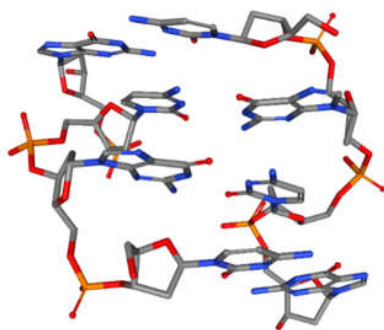
шегося атома составляет: 1) 232; 2) 235; 3) 238; 4) 239.

Решение: В данном случае в модель решения задачи закладывалась возможность обращения к Интернету. Простейший поиск по координатам приводил к непосредственным окрестностям Чернобыльской АЭС. Предполагалось, что школьники, даже и не знающие особенности функционирования реактора РБМК, могут предположить (или найти в Интернете) как схему распада урана-235 с сопутствующим выделением нейтронов, так и схему получения из урана-238 практически не существующего в природе плутония. Тем самым из необычных для природы элементов, содержащихся в относительно большом количестве в остатках ядерного топлива, разброшенного взрывом вокруг энергоблока, можно выделить в первую очередь плутоний с доминированием изотопа с массовым числом 239. Его распад с выделением альфа-частицы приводит к урану-235.

Ответ: 2.

Последнее задание относилось как к химии, так и к биологии примерно в равной степени.

Задание 19.



Одна из первых экспериментально определённых структур фрагментов ДНК представлена на рисунке. К удивлению исследователей, структура не совпала с незадолго до того предсказанной модельной структурой Уотсона и Крика.

Её главное отличие состояло в том, что она:

1) содержала параллельные нити ДНК вместо антипараллельных;

2) не соответствовала правилам Чаргаффа;

3) её нити были завиты противоположным образом;

4) содержала L-дезоксирибозу вместо D-дезоксирибозы.

Выберите правильный ответ.

Решение: Иллюстрация к заданию была построена на координатах Z-ДНК, взятых из базы данных RCSB, и в принципе не могла быть найдена в Интернете. Для большинства участников, знающих историю открытия структуры ДНК в лучшем случае по описанию Дж. Уотсона в его бессмертной книге «Двойная спираль», прямой ответ про Z-форму структуры ДНК был вряд ли возможен.

Второй этап МОКО

Второй этап, как упоминалось, проходил в системе прокторинга. Химическое содержание в максимальной степени было представлено в следующем задании:

Задание 2.

Известный инсектицид содержит атомы углерода, водорода и хлора в соотношении 1 : 1 : 1. Он, в свою очередь, получается прямым хлорированием из углеводорода, наиболее массово получаемого из продуктов нефтепереработки методами пиролиза или риформинга. Вес 1 л паров инсектицида примерно соответствует весу 10 л воздуха. При обработке щелочами инсектицид превращается в смесь изомеров углеводорода. Определите формулу инсектицида. Напишите уравнения реакций получения и щелочного разложения инсектицида, исполь-

Но при составлении задания была открыта возможность решения его перебором.

Мы можем наблюдать, что в представленном фрагменте нити ДНК антипараллельны – в левой цепи 5'-конец находится снизу, а в правой – сверху. Также представленный фрагмент соответствует правилам Чаргаффа – четырем гуанинам отвечают четыре цитозина. Менее наглядно, но, в принципе, распознаваемо на школьном уровне то, что нуклеотиды содержат привычную D-дезоксирибозу. Было бы сложно полагать, что школьники запомнят направление закрученности двойной спирали, но по описанным предположениям верный ответ при должном внимании к деталям находится «от противного».

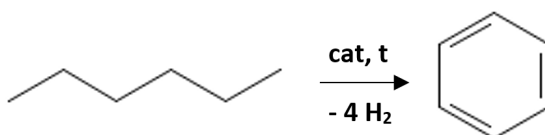
Ответ: 3.

зуя структурные формулы.

Решение: Начать решение возможно, например, с констатации того факта, что плотность воздуха соответствует средней молярной массе около 29 г/моль. Указанное в задании десятикратное превышение приводит к молярной массе около 290 г/моль. Простейшая формула CHCl имеет молярную массу

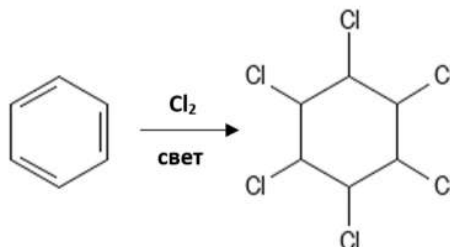
$$12 + 1 + 35,5 = 48,5 \text{ г/моль.}$$

Частное молярных масс ($290/48,5$) приводит к количеству этих фрагментов в молекулярной формуле искомого соединения, равному шести. То есть, молекулярная формула инсектицида – это $\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$. Тем самым, углеводород, подвергшийся хлорированию – это бензол C_6H_6 , получаемый, например, с помощью упомянутого в задаче метода риформинга по реакции:

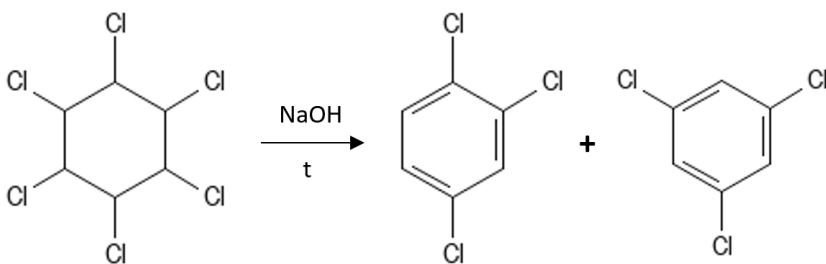




Инсектицид получается по реакции радикального присоединения:



Дегидрогалогенирование под действием щёлочи приводит к немногочисленным трихлорзамещённым изомерам:



Третий этап МОКО

Дополнительной сложностью в организации третьего практического этапа было предварительное оглашение списка необходимого оборудования без попутного «засвечивания» тематики задания. Следует отметить, что выбранное оборудование должно было быть знакомым обучающимся в школах – участницам проектов предпрофессионального образования. Наличие и доступность этого оборудования позволяло провести олимпиаду на более высоком техническом уровне в сравнении с типичными практическими турами перечневых олимпиад или открытыми практическими олимпиадами, не дающими возможности ожидать от потенциальных участников знакомства с конкретным оборудованием.

Исходя из вышеизложенного, для заданий, связанных с естественными науками, было заблаговременно объявлено, что решение будет построено на использовании цифровых лабораторий, широко представленных в школах –

участницах проектов предпрофессионального образования и сочетающих простоту использования и большое количество возможных вариантов реализации количественного эксперимента. Дополнительно в практической работе допускалось использование методических рекомендаций, прилагаемых к цифровым лабораториям. Также отметим, что из специфического оборудования использовались автоматические пипетки объёмом 100–1000 мкл. Задание, связанное с физико-математическими науками, было основано на использовании робототехнической платформы LEGO MINDSTORMS и в данной статье не описывается.

Практический этап был рассчитан на 10–12 участников, выполняющих задания в течение двух часов. В публикуемых здесь заданиях была показана взаимосвязь физики, химии, биологии и физической географии. Ответ на дополнительные вопросы позволял обучающимся

ся продемонстрировать общее понимание материала даже в случае возникновения проблем с практической частью работы.

Первая из задач была связана с проблематикой солёности воды в различных водоёмах России. Образцы, естественно, представляли собой не пробы воды из реальных водоёмов, а растворы поваренной соли с концентрациями, соответствующими воде этих водоёмов.

Задача 1.

Оборудование: цифровая лаборатория Releon Point, ноутбук с установленным ПО Releon Lite 3.68, пипетки автоматические, наконечники для пипеток, флаконы пенициллиновые с крышками, вода дистиллированная, образцы воды, перманентный маркер.

Солёность воды является одним из важнейших экологических факторов, влияющих на обитателей водоёмов. Водные организмы подразделяются на пресноводные и морские по степени солёно-

сти воды, в которой они обитают. Немногие животные могут выдерживать большие колебания солёности. Такие виды обычно обитают в эстуариях рек или в солёных маршах. Удивительным примером является рачок *Artemia salina*, который способен существовать при солёности от 20 до 250 ‰ и даже переносить полное временное опреснение. Большинство обитателей морских и пресных водоёмов крайне чувствительны к колебаниям солёности воды.

Задание: Используя выданные вам приборы, определите солёность шести образцов воды, взятой из различных водоёмов. При необходимости примените разведение образцов. Используя справочную информацию и результаты ваших измерений, соотнесите название водоёма, его солёность и предположите, какие организмы могут обитать в представленных водоёмах. Заполните предложенную таблицу с учетом размерности измеряемой величины:

Номер образца	Показания датчика	Название водоёма	Обитатели водоёма
...	...	...	...

Приложение:

Экологическая характеристика организмов по степени солёности

Название организмов	Пределы солёности
Галобия	170–550 ‰
Корюшка	24–26 ‰
Асцидия	32–35 ‰
Голомянка	0,10–0,12 ‰
Шипоголовая пугловка	12,4–13,0 ‰
Паляя	0,05–0,06 ‰

Список предполагаемых водоёмов: Байкал (озеро); Белое море; Каспийское море; Ладожское озеро; Эльтон (озеро); Японское море.

Дополнительные вопросы к заданию:

1. Какой датчик вы использовали для ответа на задание и почему? Опишите ход работы с ним в свободной форме.

2. Почему одни водоёмы более солёные, чем другие?

3. Какие механизмы регуляции солевого баланса есть у животных?

Решение: Исходя из общих соображений, распределение по солёности должно выглядеть примерно следующим образом:

Максимальная солёность достигается в озере Эльтон – российском аналоге Мёртвого моря. С огромным отрывом за ней следует солёность Мирового океана, представленного окраинным



Японским морем. Немногим более пресная вода во внутреннем Белом море, в которое впадают полноводные реки Онега и Северная Двина с минимальной потерей влаги при испарении. Существенно более пресной является вода Каспийского моря, не имеющего контакта с Мировым океаном. И Байкал, и Ладожское озеро содержат пресную воду, но, в отличие от мелководного проточного Ладожского озера, Байкал немного накапливает соль из выпадающих в него рек.

На основе данного рассуждения можно распределить представителей фауны по приведённым данным о пределах солёности даже без эксперимента, но эксперимент необходим для соотнесения образцов с водоёмами.

Ключевым вопросом при выполнении задания был правильный выбор датчика для определения солёности. В составе данной цифровой лаборатории это был датчик электропроводности.

Электропроводность довольно сильно зависит от температуры, но в данном частном случае при примерном равенстве температур в эксперименте параллельным измерением температуры раствора и её учетом можно пренебречь. При подключении к компьютеру датчик электропроводности работает в диапазоне 0–20000 мкСм/см. Это позволяет получить для набора образцов три зашкаливающих значения порядка 20000 мкСм/см, промежуточное значение около 12000 мкСм/см и пару практически нулевых значений. Исходя из вышеприведённого рассуждения, промежуточное значение относится к Каспийскому морю, остальные же образцы надо разделять. Самое простое – это изменить диапазон измерения датчика на 0–2000 мкСм/см или даже на 0–200 мкСм/см. В этом диапазоне вода, соответствующая Байкалу, показывает примерно вдвое большую электропроводность, чем вода, соответствующая Ладожскому озеру. Для более солёных образцов нужно прибегнуть к прямой подсказке из условия задачи – «При необходимости примените разведение

образцов» – при сохранении максимального диапазона 0–20000 мкСм/см. Разведение даже в 10 раз дает возможность разделить образцы, соответствующие менее солёному Белому морю и более солёному Японскому морю. Продолжающий же демонстрировать зашкаливающее значение электропроводности образец соответствует воде из озера Эльтон. Тем самым, для однозначного соотнесения образцов с водоёмами требуется чуть более 10 измерений.

Следующее задание касалось использования метода фотометрии в отношении окраски растворов солей переходных металлов.

Задача 2.

Оборудование и реактивы: цифровая лаборатория Releon Point, ноутбук с установленным ПО Releon Lite 3.68, пипетки автоматические, флаконы пенициллиновые с крышками, наконечники для пипеток, перманентный маркер, водные растворы: а) раствор дихромата калия, подкисленный серной кислотой; б) раствор сульфата меди (II), подкисленный серной кислотой; в) раствор сульфата никеля, подкисленный серной кислотой; г) раствор серной кислоты; д) вода дистиллированная.

Алхимики гордились тем, что могут превращать вещества и получать золото с помощью философского камня. К сожалению, не всё золото, что блестит. В наше время доказана возможность получения искусственного золота, но это доступно далеко не в каждой лаборатории. Тем не менее, возможность визуального превращения веществ осталась, и для этого даже не всегда требуется проводить химические реакции. Мы предлагаем вам получить искусственный раствор, выглядящий как раствор сульфата никеля. Для этого предлагаем использовать растворы дихромата калия и сульфата меди (II). С помощью цифровой лаборатории покажите соответствие данных растворов по цвету.

Задание: Используя выданные вам приборы и реактивы, получите раствор,

который по спектральным характеристикам будет наиболее близок к раствору сульфата никеля.

Дополнительные вопросы:

1. Какой датчик вы использовали для ответа на задание и почему? Опишите ход работы с ним в свободной форме, с указанием точных объёмов используемых веществ.

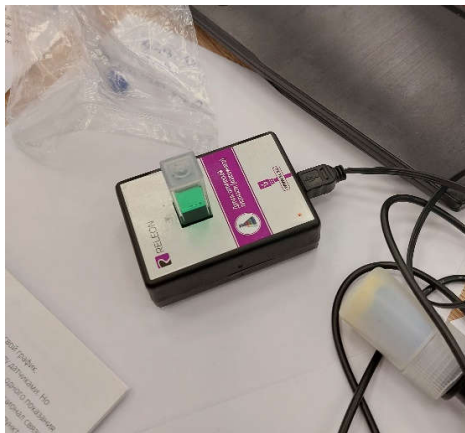
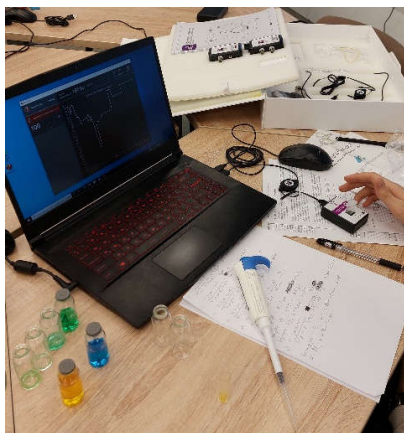
2. В силу каких физиологических механизмов полученный раствор выглядит неотличимо от раствора сульфата никеля?

3. Предложите наиболее простой и наглядный метод распознавания образцов полученного раствора и оригинального раствора сульфата никеля с описанием наблюдаемого эффекта при распознавании.

Решение: Так как в условии речь идёт о работе с цветом, то необходимо понять, что в задаче подразумевается работа с колориметром. Колориметр цифровой лаборатории измеряет пропускание (Т) и оптическую плотность (А) на длинах волн 465 нм (синий), 520 нм (зелёный) и 630 нм (красный), примерно со-

ответствующих пикам поглощения пигментов цветного зрения человеческого глаза. Кислота в исходных растворах позволяет избежать перехода дихромата в хромат при разбавлении, а также гидролиза сульфата меди до основной соли меди.

В отличие от работы по измерению солёности, имеет смысл откалибровать датчик. В этом поможет кювета с дистиллированной водой. Эталонный раствор соли никеля демонстрирует поглощение в синем и красном диапазоне при практическом отсутствии поглощения в зелёном диапазоне ($A < 0,05$). Жёлто-оранжевый раствор дихромата калия демонстрирует сильное поглощение в синем диапазоне. Густо-синий раствор сульфата меди демонстрирует сильное поглощение в красном диапазоне. То есть, суть задания сводится к тому, чтобы понять, во сколько раз надо разбавить исходные растворы дихромата калия и сульфата меди для получения таких же (с точностью до сотых долей единиц оптической плотности) значений поглощения, как в случае раствора соли никеля.



Работа с колориметром цифровой лаборатории

После этого надо решить задачу смешивания раствора, содержащего дихромат калия и сульфат меди в рассчитанных долях при требуемом разведении слабым раствором серной кислоты. Эта задача решается с использованием автоматической пипетки. В результате

должны быть получены две кюветы, неотличимые друг от друга по виду – кювета с раствором соли никеля и кювета с «искусственным» раствором.

Тем самым через относительно небольшое количество смешиваний и измерений можно получить «искусственный»



раствор соли никеля. Как показано на фотографии, визуально кюветы с растворами не отличаются. Химически же добавления нескольких капель раствора щёлочи достаточно для распознавания, так как окраска нерастворимых гидроксидов меди и никеля отличается резко.

В заключение можно сказать, что VII Междисциплинарная Олимпиада конвергентного образования в целом прошла с интересом для школьников, особенно её третий этап². Ребята продемонстрировали знания, полученные на уроках и занятиях в предпрофессиональных классах, а также обрели бесценный навык практического решения поставленной проблемы за ограниченное время. В 2022-23 учебном году мы будем рады видеть десятиклассников школ –

участниц проектов предпрофессионального образования на очередной VIII МОКО.



Оригинальный и «искусственный» растворы

² Фоторепортаж пресс-центра ГМЦ ДОНМ с третьего этапа доступен по ссылке: https://vk.com/mosmetod?w=wall-61862295_14463

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Метан-путешественник

Жила-была крошечная молекула Метана в недрах Земли среди своих друзей и родственников – таких же молекул метана и других газообразных углеводородов. И вот однажды Метан попал в газопровод. Ему не хотелось погибать так рано на пользу человеку. Метан жаждал посмотреть на мир, исследовать его.

Так как у нашего героя не было родителей, или же он просто не знал, кто они, был Метан глупышом и несмышлёнышем, не знал, что может его поджидать в огромном мире. И отправилась маленькая молекула, куда глаза глядят. Метан нашел маленькую щёлку, через которую он смог выбраться на волю.

И вот, выбравшись наружу, молекула увидела звёздное ночное небо и луну. Метан так загляделся на все это, что поначалу даже не замечал раскаты грома, сверкание молнии и капли дождя. Наконец-то он обратил внимание на то, что идет гроза, вдруг при очередном раскате грома испугался и полетел быстрее на поиски укрытия.

Наткнулся Метан на небольшую хижину. Она показалась ему страшной и неопрятной, но делать было нечего. Молекула постучалась в дверь. Немного погодя она расслышала в доме ворчание, и тут же за дверью раздалось: «Кто таков? Что в наших краях забыл?». Метан разъяснил, что путешествует и просит приютить на одну ночь. Дверь резко распахнулась. Перед малышом стояла грозная молекула хлора. Хлор не был гостеприимным и не предложил не то что еды, даже чая. Лишь показал, где Метан может отдохнуть с дороги и залез на свою печку дальше спать.

Продолжение см. на стр.69

Хочу быть



Загорский Вячеслав Викторович

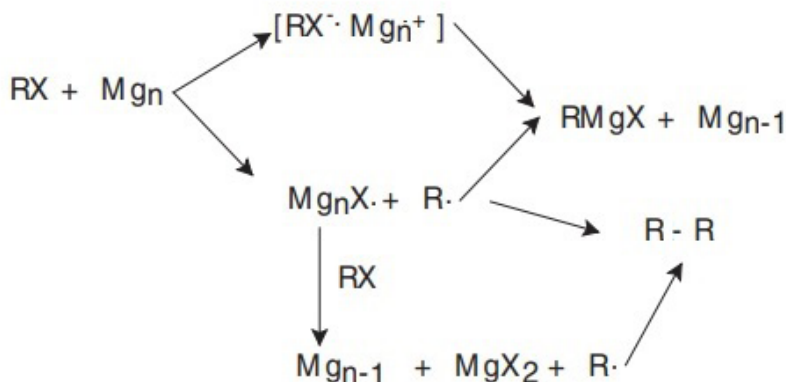
Кандидат химических наук, доктор педагогических наук, профессор СУНЦ МГУ имени М.В. Ломоносова

Как НЕ получить Нобелевскую премию

В науке, как и в жизни, награда не всегда находит героя. Ведь присуждением наград занимаются люди со своими стереотипами и предрассудками. Читайте рассказ о двух недооцененных открытиях и учитесь на чужом опыте.

Эта история произошла около 40 лет назад. В 1980 г. я защитил кандидатскую диссертацию на тему «Низкотемпературные реакции атомов магния с органическими хлорпроизводными».

Предложенный в ней механизм реакций включал образование ион-радикальных пар и цитировался затем в международной монографии¹:



¹ Sergeev G.B., Klabunde K.J. Nanochemistry, p.92, URL: <https://www.twirpx.club/file/1288931/>

Радикальный характер промежуточных частиц был надёжно обоснован спектрами электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Но хотелось получить прямое доказательство присутствия в реагирующей системе именно ионов. Идея очевидная – обнаружить в ходе реакции электрическую проводимость и сопоставить ее изменения с изменением концентрации радикалов по данным ЭПР. И начались измерения... Задача была нетривиальная – обнаружить электрический ток в совместном конденсате паров магния и галогеналканов на специальной подложке, охлаждаемой жидким азотом до 77 К. Ток в таком конденсате должен быть очень слабым, а измерительный прибор должен иметь огромное внутреннее сопротивление. Имеющиеся лабораторные самописцы не обладали нужными свойствами. В результате стали моими настольными книгами пособия типа «в помощь радиолюбителю». Высокоомная приставка к самописцу на основе полевых транзисторов заработала. Реальные измеряемые токи были на уровне 10^{-12} А. Главной проблемой стала плохая воспроизводимость измерений. Иногда ток резко возрастал – в 1000 раз и более. При ручном переключении диапазонов измерений вместо относительно плавной кривой получались резкие пики тока.

Заведующий нашей лабораторией химии низких температур Глеб Борисович Сергеев посоветовал проконсультироваться с «настоящими специалистами». Так мы оказались на кафедре физики низких температур, где давно работают со сверхпроводимостью при температуре жидкого гелия – около 4 К или -269 °С. когда я рассказал о своих проблемах, мои ровесники-физики посоветовали мне с вежливыми улыбками серьёзно научиться электрическим измерениям и, главное, почитать известные учебники физики про сверхпроводимость. Ведь из учебников известно, что сверхпроводимость бывает только у некоторых металлов при температурах ниже 20К. «А вы работаете с жидким

азотом; при 77 К сверхпроводимость невозможна». Эта встреча произошла примерно в 1983 году. А в 1987 г. швейцарские физики Мюллер и Беднорц получили Нобелевскую премию за открытую ими в 1986 г. высокотемпературную сверхпроводимость (ВТСП) при 36 К в керамике – более изоляторе, чем проводнике... Тема стала необычайно популярной, в настоящее время сверхпроводимость обнаружена вплоть до 135 К. в 1991 г. для широкого изучения явления был создан Факультет наук о материалах МГУ (ФНМ МГУ). Теорию ВТСП в учебниках физики пришлось переписать, и специалистов сейчас не удивляет резкое повышение проводимости в ходе химических реакций с переносом электронов.

Описанную историю я рассказал во время своей лекции для магистрантов ФНМ МГУ примерно в 2011 г. Слушатели прореагировали странно – они засмеялись и аплодировали. Оказалось, что передо мной у них был лектором Николай Борисович Брандт – заведующий кафедрой физики низких температур. Он рассказал им ту же историю, увиденную со стороны физиков. Упомянул он и об упущенной Нобелевской премии.

Вот тогда я и пришел к выводу, что утверждение: «Этого не может быть, потому что не может быть никогда – читайте учебники», – является признаком профессиональной непригодности ученого. Мне не хватало опыта и смелости для серьезного исследования проблемы, а «специалисты-физики» больше доверяли учебникам, чем новым идеям.

Здесь полезно вспомнить известное высказывание Эйнштейна. Однажды на лекции Эйнштейна спросили, как делаются великие открытия. Он ненадолго задумался и ответил: «Допустим, что все о чем-то знают, что это невозможно сделать. Однако находится один невежда, который этого не знает. Он-то и делает открытие».

В том случае «невеждами» оказались два швейцарца, открывшие сверхпроводимость керамического изолятора.



По моему мнению, в научной истории кафедры химической кинетики МГУ был еще один упущенный шанс.

22 декабря 1967 г. и 15 февраля 1971 г. в СССР было зарегистрировано открытие со следующей формулировкой: «Установлено неизвестное ранее явление существования низкотемпературного предела скорости химических реакций, заключающееся в том, что в химических реакциях, например, в реакциях полимеризации или присоединения, инициированных ионизирующим излучением или светом, при приближении к абсолютному нулю экспоненциальная зависимость скорости реакций от температуры исчезает, скорость реакций перестает зависеть от температуры и достигает конечного значения, не равного нулю».

Авторы открытия: доктор химических наук И.М. Баркалов, член-корреспондент АН СССР В.И. Гольданский, кандидаты химических наук А.М. Каплан и Д.П. Кирюхин (Институт химической физики АН СССР), профессор А.Д. Абкин, кандидаты химических наук М.А. Брук, Г.Н. Герасимов, Е.И. Финкельштейн и кандидат физико-математических наук В.И. Муромцев

(Научно-исследовательский физико-химический институт имени Л.Я. Карпова).

Для реакции предложен туннельный механизм: при низких температурах молекула способна пройти сквозь энергетический барьер – стену, разделяющую исходные вещества и продукты. Пройти сквозь стену запрещает классическая механика, но разрешает квантовая. Такой квантовый эффект в химической реакции недостаточно свести к «простому открытию», при соответствующей популяризации в журналах типа «Nature» работа явно достойна Нобелевской премии. Но наши учёные – слабые популяризаторы своей работы. Объяснение туннельного эффекта замечательным учёным В.И. Гольданским содержит слишком много формул и терминов². Потому и премий авторы малопонятных работ получают немного.

Общий вывод – учёному нужно не только не бояться открывать новое, но и уметь рассказать о своей работе доступным языком. Снова полезный совет, приписываемый Эйнштейну: «Если вы что-то не можете объяснить шестилетнему ребёнку, вы сами этого не понимаете.»

² <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/vorob'ev/5.html>

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Метан-путешественник (продолжение)

Утром Метан проснулся от шума. При свете дня хлор стал чересчур активным, распавшись на два одинаковых радикала. И вот над кроватью, где отдыхал Метан, грозно стояли два радикала. Малыш очень испугался, выскочил из-под тёплого одеяла и бросился к двери. Но два агрессивных радикала, желая атаковать метан, окружили его. Однако молекула не сдавалась, скорее полетела к настежь распахнутому окну и выпрыгнула наружу. Радикалы не поняли, как ему удалось так быстро ударить от них, и бросили это дело.

А Метан продолжил своё путешествие. Вдали, за массивными деревьями, виднелись трубы, из которых валил цветной дым. Молекула поняла, что это какой-то завод, и направилась к нему.

И вот тропа привела Метан к мосту через небольшую реку. Осталось перейти мост. Только ступила молекул на мост, как поднялся сильный ветер, и её сдуло в воду. Метану пришлось плыть, но он не растворился.

Продолжение см. на стр. 79



Сквозь время



Кондратюк Наталья Андреевна

Выпускница 11 класса СУНЦ МГУ. Научный руководитель – к.б.н. А.А. Астахова

Прوماхи Нобелевского комитета

Плох тот солдат, который не мечтает стать генералом, и мало какой учёный на заре своей карьеры не грезит о Нобелевской премии. Трудности не отпугивают упорных. Но даже если вы совершите гениальное открытие, получение премии не гарантировано. В комитетах сидят люди, люди совершают ошибки... В статье рассмотрены наиболее известные и очевидные из таких ошибок.

Уже более двухсот лет на международном уровне практикуется вручение различных наград учёным, деятелям искусства и политикам за их достижения. Наиболее престижной среди них считается Нобелевская премия, учрежденная в 1901 году Альфредом Нобелем, химиком, изобретателем и инженером с большим состоянием. В своем завещании предприниматель сформулировал актуальные и по сей день идеи, заложившие последующий успех премии. Всё его имущество было передано фонду, который, в свою очередь, должен ежегодно распределять доход от его вкладов между людьми, принёсшими наибольшую пользу для человечества в пяти областях: физике, химии, физиологии и медицине, литературе и установлении мира на Земле.

Определение лауреатов – сложный процесс, требующий объективности, признания развития современной науки и принятия ответственности за выбор лауреата. Отобранные учёные получают

всемирное признание своего достижения, а их имена навсегда остаются в истории науки.

Подробности кропотливого процесса поиска достойных кандидатов и оценки их достижений долгое время хранились в тайне. Лишь в последние годы нам становятся известны многие интересные факты из истории Нобелевского комитета, а вместе с ними и примеры, когда столь закрытая система давала сбой и допускала ошибки в своём выборе: премии присуждались незаслуженно, поспешные выводы из этих исследований приводили к фатальным последствиям, а настоящие учёные-первооткрыватели оставались в тени коллег-нобелевских лауреатов.

Начиная с первого вручения Нобелевской премии в 1901 году, в области физиологии и медицины были награждены 224 лауреата за 112 исследований (рис. 1), по химии было вручено 113 премий 188 учёным (рис. 2).

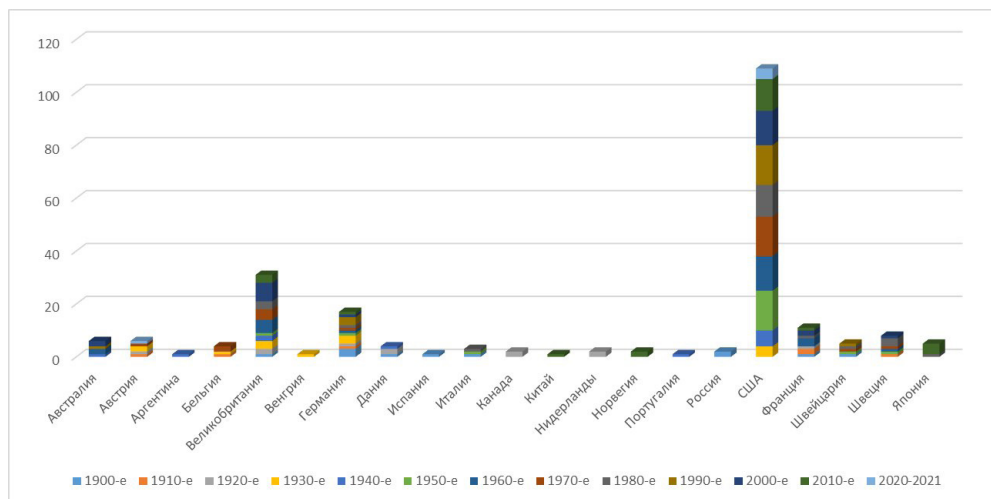


Рис. 1. Распределение Нобелевской премии по физиологии и медицине по странам

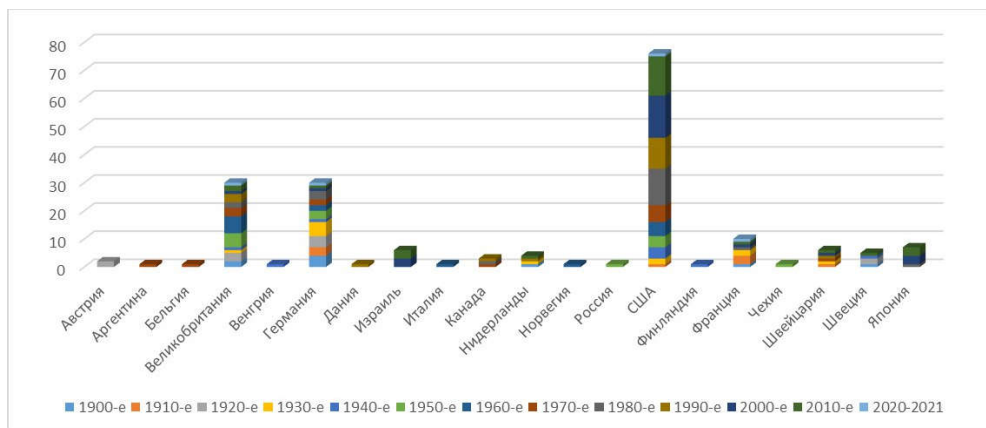


Рис. 2. Распределение Нобелевской премии по химии по странам

На определение спорности премий влияют субъективность оценки «правильности» премии, известность учёного-лауреата, количество лет с момента вручения премии и страна происхождения учёного. Поэтому привести точные численные выводы затруднительно. Мы рассмотрим несколько самых ярких случаев ошибочного вручения Нобелевской премии.

1923 – премия за открытие инсулина (Фредерик Бантинг и Джон Маклеод).

Группа молодых канадских учёных, в которую входили Фредерик Бантинг, Чарльз Бэст и биохимик Джеймс Коллип,

под научным руководством Джона Маклеода смогла впервые выделить в чистом виде инсулин, сделав прорыв в лечении диабета. Однако Нобелевскую премию за это значимое открытие получили только двое, из-за чего долгое время не утихали скандалы как в самой группе учёных, так и среди общественности. Самый молодой лауреат в истории Нобелевской премии, Фредерик Бантинг, не раз публично заявлял, что его научный руководитель Джон Маклеод вовсе не принимал участия в работе и присваивал результаты команды себе лишь на основании своего статуса в



науке, в результате Нобелевский комитет обошел вниманием помощника Бантинга и человека, который впервые собственноручно выделил инсулин, – Чарльза Беста. Но, по мнению авторов статей[1], именно Джон Маклеод внёс «научность» в исследование, не просто обеспечив команду лабораторией и оборудованием, а обучив на тот момент простого военного хирурга методам работы над подопытными собаками, правилам оформления статей и научной работе, которую смогли бы признать достоверной, ведь одного желания сделать великое открытие недостаточно для работы учёного.

1952 – премия за открытие стрептомицина (Зельман Ваксман) [2], [3], [4].

Ещё одним примером, возможно, переоценённого участия научного руководителя в исследовательской работе стала история открытия стрептомицина. Зельман Ваксман – учёный с мировой известностью – был удостоен Нобелевской премии за открытие этого антибиотика, способного бороться с туберкулёзом. Однако непосредственную работу над выделением и открытием проводил не он, а студент его лаборатории Альберт Шац, именно он впервые выделил стрептомицин. Позже Шац заявлял, что Ваксман, зная о вирулентности штамма, переместил его рабочее место из лаборатории на третьем этаже в подвал того же здания для работы над опасными бактериями и ни разу за всё время исследования не посетил его. Четыре месяца работы по 18 часов в сутки принесли свои плоды – было создано лекарство от болезни, унёсшей несчётное количество жизней. Молодой научный сотрудник Альберт Шац, впервые выделивший стрептомицин, остался не просто независимым Нобелевским комитетом, но и был на долгие годы лишен возможности вести научную деятельность в лабораториях в США после работы у Зельмана Ваксмана. Изначально Шац отказался от при-

были с производства инсулина, но спустя три года, когда узнал, что 20 % облигаций (350000 \$) принадлежит Ваксману, подал в суд. После этого громкого разбирательства никто из американского научного сообщества не хотел брать его к себе в лаборатории. И лишь в 1994 году он был вновь реабилитирован в академии наук и награждён почётной медалью Ратгерского университета, где проводились исследования над *Mycobacterium tuberculosis*.

1949 – премия за открытие терапевтического воздействия лейкотомии¹ (Эгаш Мониш) [5].

Пожалуй, самой жуткой ошибкой Нобелевского комитета стала премия известного португальского хирурга и политика Эгаша Мониша за открытие лоботомии – опасной, рискованной и малоэффективной, как оказалось потом, операции по рассечению белого вещества лобных долей мозга. Она была широко распространена в медицинской практике именно после вручения Нобелевской премии. Революционный метод обещал справиться с повышенной возбудимостью и психическими расстройствами пациентов, однако вместо этого многие пациенты после операции теряли умственные способности и речь, а в 2–6 % случаев лоботомия приводила к летальному исходу. Особую популярность приобрел этот метод в США, где к концу 50-х годов ножом для колки льда в фургоне с названием «лоботомобиль» были прооперированы до 50 тысяч человек. Впоследствии процедура была запрещена во многих странах, однако к этому моменту множество людей уже пострадало от неё, получив в результате «операции» серьезные неврологические осложнения.

1926 – премия за открытие карциномы, вызываемой *Spiroptera* (Йоханнес Фибигер) [6], [7], [8].

Признать полностью ошибочным тот или иной случай вручения премии бывает трудно из-за субъективности или

¹ Лейкотомия – изначальное название для этого метода, придуманное Эгашом Монишом. Однако со временем процедура немного изменилась, и благодаря Уолтеру Фримену уже в 1945 г. чаще звучало именно «лоботомия». Сейчас последнее название общепринято.

сопутствующих фактов, но премия 1926 года может однозначно быть названа промахом Нобелевского комитета. В 1912 году Йоханнес Фибигер обнаружил опухоли в желудках крыс и связал это явление с паразитическим круглым червём *Spiroptera*. В своем исследовании он кормил подопытных крыс тараканами, заражёнными *Spiroptera*, вызывая тем самым (как он думал) образование рака. За теорию о канцерогенности этого червя в 1926 году ему была вручена Нобелевская премия. Однако впоследствии было установлено, что образования в желудках крыс появились из-за нехватки витамина А в пище, и что паразитарная природа заболевания здесь вовсе ни при чем. Исследование канцерогенеза – до сих пор одно из самых актуальных направлений в науке, и, как показывает опыт, найти ответы на многие вопросы всё ещё не удаётся. А тогда, в 1926 году открытие Фибигера казалось не только революционным, но и простым, понятным, что, видимо, не заставило Нобелевский комитет сомневаться в правильности исследования и истинности выводов. Примечательным остаётся и тот факт, что работа другого претендента на премию того года, также связанная с исследованием образования раковых опухолей, должна была стать тем самым ключевым поворотным открытием в этой области. В ходе своего исследования Ямагива Кацусабуро смог впервые вызвать рак у подопытных кроликов посредством нанесения каменноугольной смолы на их уши, тем самым открыв химический канцерогенез. Увы, Ямагива Кацусабуро – первый, кто доказал химический канцерогенез – не получил Нобелевскую премию как раз из-за работы Фибигера. За свою жизнь японского учёного номинировали на «Нобеля» целых семь раз, но всё безуспешно.

1902 – премия за работу по малярии (Рональд Росс) [9].

Один из самых известных случаев, о котором часто рассказывают на уроках биологии в школах, связан с Нобелевской премией за изучение малярии. В

конце XIX века ученые всего мира активно изучали малярию, в их числе был и Рональд Росс, работавший под руководством Патрика Мэнсона, заслуженного шотландского врача и паразитолога с десятилетним опытом работы на Тайване. К 1894 году, вернувшись на родину и будучи уже в солидном возрасте, Мэнсон увлёкся изучением малярии. Он предположил, что паразит может передаваться при укусе комара, но не мог присутствовать лично в странах распространения болезни и проводить исследования, поэтому ему был необходим помощник на месте – им стал будущий соперник Патрика в борьбе за Нобелевскую премию, Рональд Росс. Работая в Индии по указаниям Мэнсона, в 1897 году Росс обнаружил передачу птичьей малярии *Plasmodium relictum* через укус комара, а в 1899 году подтвердил (но только вслед за итальянским ученым Баттиста Грасси) аналогичный способ заражения человека комарами рода *Anopheles*.

Большую часть жизни Рональд Росс прожил в Индии (на тот момент колонии Великобритании), где работал военным хирургом и занимался написанием стихов и романов. Научная деятельность в целом и изучение малярии в частности не входили в число его непосредственных обязанностей, а недостаток знаний в области энтомологии мешал в работе с комарами, поэтому исследования заняли большой промежуток времени. Патрик Мэнсон в своих письмах Россу критиковал методологию исследований и помогал с дальнейшей работой. Позже Рональд писал Мэнсону: «Какое это прекрасное открытие. Я осмелюсь хвалить его, потому что оно принадлежит Вам, а не мне». Но с годами вражда между учёными накалялась все больше. Каждый из них внёс значимый вклад в исследования жизненного цикла плазмодия, однако Нобелевской премии был удостоен только Рональд Росс.

1948 – открытие высокой эффективности ДДТ как контактного яда (Пауль Мюллер) [10].

Швейцарский химик Пауль Мюллер



находился в поисках химического вещества – действенного инсектицида. И в 1935 году этим соединением стал 4,4-дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ). Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, широкое применение этого пестицида за всё время его использования спасло 5 миллионов жизней от малярии. Также ДДТ использовался в сельском хозяйстве для борьбы с тлёй и колорадским жуком. Польза открытия была отмечена в 1948 году Нобелевской премией, однако спустя два десятилетия активного применения этого вещества мир узнал о его негативных последствиях, из-за чего на данный момент ДДТ запрещён к применению во многих странах. ДДТ не разлагается, а накапливается в окружающей среде, в том числе, попадая в пищевую цепь, накапливается в организмах. В первую очередь страдают от этого водные животные и микроорганизмы. Так, для рыб он высокотоксичен и влияет на эмбриогенез, из-за чего растёт смертность мальков. Несмотря на отсутствие чувствительности человека к низким концентрациям ДДТ в окружающей среде и пользу в борьбе с паразитарными заболеваниями, пестицид был запрещён для сохранения экосистемы и пищевых цепочек.

1935 – открытие организующих эффектов в эмбриональном развитии (Ханс Шпеман) [11].

Явление эмбриональной индукции, одного из механизмов дифференцировки клеток в эмбриогенезе, впервые было показано на примере зародышей амфибий в эксперименте Ханса Шпемана и Хильды Мангольд. Именно результаты докторской диссертации Мангольд 1923 года легли в основу для награждения Нобелевской премией. Однако в 1924 году исследовательница погибла вследствие несчастного случая: на кухне её дома взорвался газовый обогреватель, из-за чего известная эмбриолог получила множественные ожоги, несовместимые с жизнью. Спустя одиннадцать лет после её смерти Ханс Шпеман был награждён Нобелевской премией за открытие организующих эффектов в эмбриональном

развитии.

1962 – премия за открытие структуры молекулы ДНК (Джеймс Уотсон и Френсис Крик) [12], [13].

Существует ряд правил, согласно которым может быть вручена премия, и одним из самых спорных является пункт, по которому награду невозможно получить посмертно. Из-за этого условия пострадал не один великий учёный, один из самых известных примеров – Розалинд Франклин. В середине XX века шла научная гонка исследовательских групп по установлению структуры главной молекулы наследственности – ДНК. Важнейшим сведением для прорыва в этом вопросе стал результат рентгеноструктурного анализа нуклеиновой кислоты. Именно Розалинд Франклин смогла сделать знаменитую «Фотографию № 51», последующий её анализ значительно приблизил исследовательницу к решению загадки и привёл бы её первой к величайшему открытию двойной спирали. Однако в 1952 году коллега Франклин – Моррис Уилкинс – без её ведома показал фотографию ДНК двум исследователям, также находящимся в поиске структуры – Джеймсу Уотсону и Френсису Крику, эти данные стали для них большой подсказкой к дальнейшей работе. В апреле 1953 года в журнале «Nature» вышло две статьи о строении ДНК как о двойной закрученной противонаправленной спирали. Но работа Розалинд Франклин стояла лишь на втором месте, как бы подтверждая данные из работы Уотсона и Крика. Из-за раковой опухоли Розалинд Франклин скончалась в 1958 году, проделав в последние пять лет огромное исследование вируса табачной мозаики. А в 1962 году Уотсону и Крику была вручена Нобелевская премия за открытие структуры молекулы ДНК, ключевую роль в котором сыграла английская учёная.

2008 – открытие и разработка зелёного флуоресцентного белка GFP (Осамо Шимомура, Мартин Чалфи и Роджер Тсьен) [14].

Одним из последних громких случаев, вызвавших толки о спорности Нобелевской премии, произошёл в 2008

году. Впервые зелёный флуоресцентный белок (англ. green fluorescent protein, GFP) выделил Осаму Шимомура из медузы *Aequorea victoria*. Однако широкое применение в молекулярной и клеточной биологии белок получил благодаря другому учёному – Дугласу Прашеру, который в 1992 году впервые секвенировал и клонировал этот белок. Свои результаты он опубликовал в журнале *Gene*. Вскоре после выхода такой важной для Дугласа статьи его лаборатория была закрыта из-за отсутствия финансирования. Учёный остался без работы на несколько лет, ему пришлось устроиться водителем автобуса, а развитием GFP занялись Мартин Чалфи и Роджер Тсьен, которым были предоставлены данные исследований Прашера. Именно эти два учёных вместе с первооткрывателем белка были награждены Нобелевской премией. В своей торжественной речи они не раз подчеркнули о вкладе Дугласа Прашера в это достижение.

1905–1907 – номинирование Дмитрия Ивановича Менделеева [15].

Открытие периодического закона, связывающего свойства элементов и их соединений с атомной массой (позднее – с зарядом ядра), стало одним из величайших открытий XIX века и дало импульс в развитии химии, биологии и физики. В 1869 году мир увидел первую работу о периодическом законе – «Опыт системы элементов, основанной на их атомном весе и химическом сходстве» русского химика Д.И. Менделеева. По истечении двух лет разработка периодического закона и таблицы были завершены, а все результаты опубликованы в статье «Периодическая законность химических элементов», данные которой не изменялись ещё на протяжении сорока лет, а основные положения актуальны и по сей день. Дмитрий Иванович не просто систематизировал существовавшие на тот момент сведения о химических элементах, а смог на основе закона внести корректировки в атомные массы известных элементов и предсказать свойства ещё не открытых. За столь важные открытия учёный по праву заслужил почёт и с появлением

Нобелевской премии в 1901 году мог ожидать её присвоения. Однако, несмотря на три номинации подряд, он не стал лауреатом Нобелевской премии. Почему же?

Существуют три основных предположения. Во-первых, учёный имел личные счёты с семьёй Нобелей, владельцами крупнейшей российской нефтяной компании. Менделеев выступал с заключениями об отсутствии истощения бакинских месторождений нефти, а также вносил предложения о постройке нефтепроводов. Эти действия привели бы к понижению цены на нефть, чего не желали Нобели. Во-вторых, Д.И. Менделеев имел твёрдую гражданскую позицию, часто высказывал своё независимое мнение и выступал с предложениями по многим государственным вопросам, из-за чего не был на хорошем счету как у императора Александра III, так и у отечественной академии наук. В свою очередь, Шведская Королевская академия, присуждающая Нобелевскую премию по химии, могла побояться сделать выбор в пользу неугодного правительству номинанта. Однако наиболее вероятная причина, третья, заключается в заговоре членов Королевской академии против Д.И. Менделеева. Сванте Август Аррениус, известный и влиятельный шведский химик, был против кандидатуры Дмитрия Ивановича из-за их давнего спора о теории электролитической диссоциации: учёные имели абсолютно разные взгляды на этот счёт и не могли прийти к единому мнению. По просьбе Аррениуса комитет был расширен, в него вошло несколько его знакомых, а результатом голосования стал перевес в один голос в пользу другого номинанта. Так репутация и несогласие с научным сообществом сыграли против великого учёного.

Приведённые примеры премий можно разделить на несколько групп, согласно причине признания их спорными:

I. Результаты исследований оказались ошибочными, или их применение на практике привело к отрицательному результату.



- Эгаш Мониш – открытие терапевтического воздействия лейкотомии.

- Йоханнес Фибигер – открытие карциномы, вызываемой *Spiroptera*.

- Пауль Мюллер – открытие высокой эффективности ДДТ как контактного яда.

II. Нобелевский комитет субъективно отметил премией лишь часть исследователей, оставив других без номинирования, несмотря на их равноценный, а иногда и более весомый вклад в открытие.

- Фредерик Бантинг и Джон Маклеод – открытие инсулина.

- Рональд Росс – премия за работу по малярии.

- Зельман Ваксман – открытие стрептомицина.

- Осаму Шимомура, Мартин Чалфи и Роджер Тсьен – открытие и разработка зелёного флуоресцентного белка GFP.

III. Премия не может быть вручена посмертно.

- Розалинд Франклин – установление структуры молекулы ДНК (Джеймс Уотсон, Френсис Крик и Морис Уилкинс).

- Хильда Мангольд – открытие организующих эффектов в эмбриональном развитии (Ханс Шпеман).

IV. Субъективность комиссии.

- Номинирование Дмитрия Ивановича Менделеева в 1905–1907 годах.

На момент номинирования лауреатов из списка выше Нобелевский комитет зачастую не мог предвидеть последствий открытия или истинной картины научного участия в исследовании, так как большинство подробностей становилось известно гораздо позже награждения.

По этой причине нельзя в полной мере говорить об ошибках Нобелевского комитета в работе последних двух десятилетий. Однако уже сейчас, благодаря СМИ и большей открытости научного сообщества, становится ясно о спорности премий за такие работы, как изучение активации врожденного иммунитета (2011) [16], [17], открытие механизмов

защиты хромосом теломерами и фермента теломеразы (2009) [18], [19], открытие и разработка методов использования зелёного флуоресцентного белка (2008), и даже разработка метода редактирования генома (2020) [20].

Основная причина спорности этих премий заключается в невозможности наградить больше трёх лиц одновременно в рамках одной или двух работ. Это прямо противоречит современной действительности, ведь над научными проблемами зачастую работают большие исследовательские группы или несколько групп в разных странах, разные этапы в открытии могут совершаться на большом отрезке времени совершенно разными учёными. И к знаменательным открытиям в таких случаях приводит кооперативная работа вовсе не трёх человек. Из-за этого ставится вопрос о необходимости пересмотра способов награждения выдающихся исследователей.

Первым вариантом решения проблемы является присуждение премии не каждому исследователю по отдельности, а организации в целом, т. е. научной лаборатории, институту и т. д. Этот способ не противоречит существующим правилам комитета, известны такие прецеденты в присуждении Нобелевской премии мира (1963 г. – Лига обществ Красного Креста).

В качестве альтернативы (или в дополнение) существует другой путь решения этой проблемы – изменение правил Нобелевского комитета: увеличение возможных призовых мест, открытость в процессе выбора лауреатов, посмертное награждение учёных, внёсших равноценный вклад в открытие, наравне с живущими лауреатами.

Подводя итоги, стоит отметить, что Нобелевскую премию вручают люди, а значит в процессе её присуждения всегда есть место ошибке. Тем не менее Нобелевская премия по-прежнему остаётся наиболее авторитетной мировой наградой, а это значит, что существует и будет существовать запрос на реформирование и модернизацию процесса её присуждения [21], [22].

Литература

1. Rosenfeld L. Insulin: Discovery and Controversy. // Clinical Chemistry, 2002, p. 2270–2288.
2. Time, and the great healer. – <https://www.theguardian.com/education/2002/nov/02/research.highereducation>.
3. Lawrence P. Rank injustice. // Nature, 2002, v. 415, p. 835–836.
4. Ainsworth S. Streptomycin: arrogance and anger. // The Pharmaceutical Journal, 2002, v. 276, p. 237–238.
5. Паевский А. Эгаш Мониш: премия за убийство Макмерфи. // Биомолекула, 2016. – <https://biomolecula.ru/articles/egash-monish-premiia-za-ubiistvo-makmerfi>.
6. Stolt C.-M., Klein G., Jansson A. An analysis of a wrong Nobel Prize–Johannes Fibiger, 1926: a study in the Nobel archives. // Adv Cancer Res., 2004, v. 92, p. 1–12.
7. Bartholomew J.R. Japanese Nobel Candidates in the First Half of the Twentieth Century. // Osiris, 1998, v. 13, p. 238–284.
8. Lalchhandama K. The making of oncology: The tales of false carcinogenic worms. // Science Vision, 2017, v. 17, p. 33–52.
9. Capanna E. Grassi versus Ross: who solved the riddle of malaria? // International Microbiology, 2012, № 9, p. 69–74.
10. ДДТ (инсектицид). – [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%94%D0%A2_\(%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%B4\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%94%D0%A2_(%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%B4)).
11. McGrayne S.B. Nobel Prize Women in Science: Their Lives, Struggles, and Momentous Discoveries. – Washington D.C.: Joseph Henry Press, 1998.
12. Davies K. Rosalind Franklin the Scientist. // GEN – Genetic Engineering and Biotechnology News, 6 July 2020.
13. The discovery of the molecular structure of DNA – the double helix. – https://educationalgames.nobelprize.org/educational/medicine/dna_double_helix/readmore.html.
14. Beryl Lief Benderly. The Man Who Wasn't There. – Science, 2009.
15. Курамшин А. Нобелевские нелауреаты. // Химия и жизнь, 2016, № 10, с. 44–47.
16. Олиферова Ж. Толл-подобные рецепторы: от революционной идеи Чарльза Джей-нгуэя до Нобелевской премии 2011 года. // Биомолекула, 2012. – <https://biomolecula.ru/articles/toll-podobnye-retseptory-ot-revoliutsionnoi-idei-charlza-dzheinueia-do-nobelevskoi-premii-2011-goda>.
17. Allison J.P., Benoist C., Chervonsky A. Nobels: Toll pioneers deserve recognition. // Nature, 2011, v. 479, p. 178.
18. Чугунов А. «Нестареющая» Нобелевская премия: в 2009 году отмечены работы по теломерам и теломеразе. // Биомолекула, 2009. – <https://biomolecula.ru/articles/nestareushchaia-nobelevskaiia-premiia-v-2009-godu-otmecheny-raboty-po-telomeram-i-telomerase>.
19. Скулачев: Нобелевский комитет «забыл» дать премию российскому биологу. – <https://ria.ru/20091005/187595219.html>.
20. Лосева П. Эти буквы должен знать каждый. Почему «нобелевку» за CRISPR/Cas ждали давно. // N+1, 2020. – <https://nplus1.ru/material/2020/10/07/nobel-chem-2020>.
21. Why Nobel prizes fail 21st century science. – <https://www.theguardian.com/science/2018/sep/30/nobel-prize-fails-modern-science>.
22. Solve the Nobel Prize Dilemma. // Scientific American, 2012, v. 307, № 4, p. 12.



Калейдоскоп



Табачных Анастасия Васильевна

Окончила Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова по специальности «Химия с дополнительной специальностью Биология». В настоящее время обучается по специальности «Фармация» в фармацевтическом колледже Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России.

Журавлева Галина Николаевна

*Преподаватель в фармацевтическом колледже КрасГМУ.
Окончила КрасГМУ по специальности «Лечебное дело».*



Кроссворд «Заболевания почек»

Кроссворд «Заболевания почек» позволяет обобщить, систематизировать, углубить сведения о многообразии заболеваний почек, их симптоматике и механизме возникновения. Может использоваться как на уроках биологии, так и при проведении тематических мероприятий – предметных недель, викторин, творческих вечеров и т. д.

1. Заболевание, характеризующееся образованием камней в почках.
2. Частое мочеиспускание.
3. Пучок капилляров, расположенный в начале нефрона в почке.
4. Уменьшение количества выделяемой почками мочи.
5. Заболевание почек, характеризующееся поражением гломерул.
6. Заболевание, характеризующееся воспалением почечной лоханки, чашечек, стромы почек.

7. Ягода, растущая на болотах, полезная при заболеваниях почек.
8. Отсутствие мочи.
9. Преимущественно ночное мочеиспускание.
10. Воспаление мочевого пузыря.
11. Синдром аутоинтоксикации организма продуктами обмена веществ и экзогенными соединениями, в норме выводящимися почками.
12. Появление белка в моче.
13. Дисциплина, изучающая хирург-

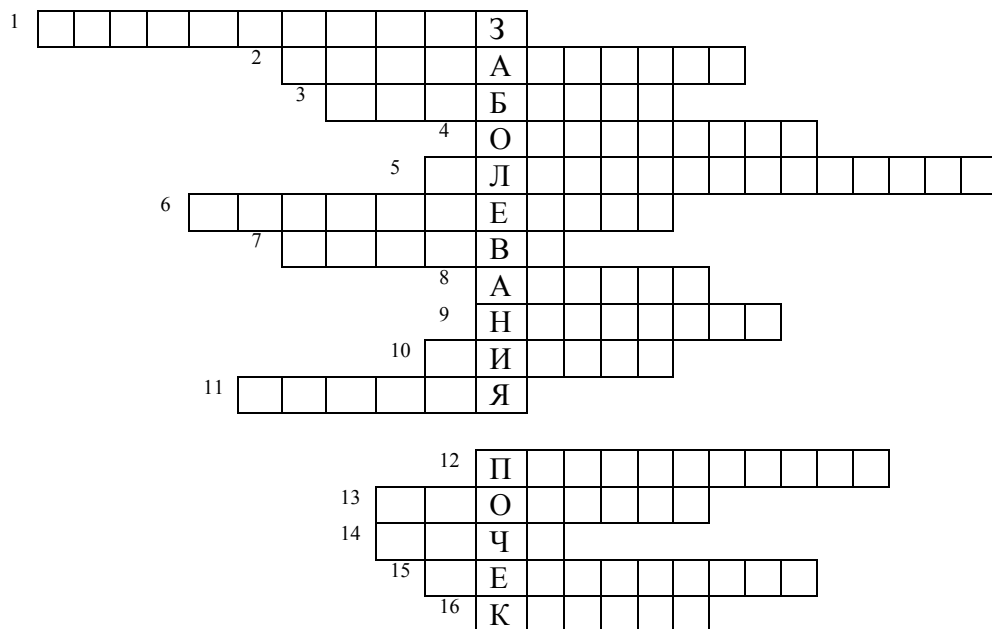
гические заболевания почек, заболевания мочевыводящих путей и мужских половых органов.

14. Продукт жизнедеятельности, выделяемый почками.

15. Симптом окрашивания кожи и

слизистых в желтый цвет, вследствие избыточного содержания билирубина.

16. Состояние, возникающее при продвижении камней в мочеточник, сопровождаемое резкой болью и нарушением мочеотделения.



Ответы: 1. Нефролитиаз. 2. Поликинурия. 3. Клубочек. 4. Олигоурия. 5. Гломерулопатия. 6. Пиелоэктазия. 7. Клоака. 8. Анурия. 9. Ниттурия. 10. Цистит. 11. Уремия. 12. Протеинурия. 13. Урология. 14. Моча. 15. Нефрология. 16. Колика.

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Метан-путешественник (продолжение)

Спустя полчаса он был у входа на завод. Войдя внутрь, Метан почувствовал себя не очень хорошо. Ему было очень душно. И тут вдруг молекула бурого газа закричала: «Скорее, скорее! Спасите этого малыша! Он сейчас превратится в ацетилен!» У Метана всё начало расплываться перед глазами. Последнее, что он видел, как ему на помощь пришли молекулы углекислого газа.

Малыш очнулся на заднем дворе завода, чувствуя себя прекрасно. Углекислый газ, находившийся поблизости, обрадовался, что с Метаном всё хорошо, и посоветовал ему скорее уходить из заводской зоны. Метан послушался его, да и сам уже понял, что путешествовать у него получается плохо.

Метан решил вернуться в газопровод и сделаться полезным человеку. Он нашел щёлку и нырнул в неё. Вскоре он попал в провод, ведущий в столовую школы, где вот-вот должны были начать готовить завтрак для учеников.

Метан был рад сгореть ради того, чтобы ребята не остались голодными.

Нина Б.

Булат



Многие слышали о чудесных качествах булатных клинков. О том, что они способны рассечь плывущий по течению волосок и разрубить стальной прут, о их невероятной гибкости и упругости. Что же такое булат? С современной точки зрения булат – это неоднородный, наноструктурированный, металл-керамический композитный материал.

Внешняя характеристика булата – это необычный рисунок на полированной и протравленной стали. Опытный специалист уже по самому рисунку может многое сказать о качествах металла. Каким же образом получается булатная сталь? Есть две технологии получения. Первая – это сваривание при проковке разнородной стали. Причём в состав проковываемого пакета (стопки полос металла, которую кузнец сваривает ковкой) обязательно должны входить полосы мягкого железа и твёрдой стали. Полученный материал называется *дамаск*, или сварочная сталь. Второй способ – это управление кристаллизацией стального слитка с последующей длительной проковкой. Таким способом получается *булат*, или литая сталь. Структурой дамаска можно управлять и получать на поверхности клинка любые узоры. Узоры булатной стали менее предсказуемы.

Что же происходит при ковке? Полосы стали проковывают, делая их тоньше в 4–5 раз, разрезают полученный слиток, складывают в пакет и снова проковывают. Такая процедура повторяется многократно, пока число условных слоёв не достигнет 200000 – 1000000 на сантиметр толщины стальной полосы. Обычно качественная дамасская сталь содержит порядка 50000–100000 реальных слоёв металла на сантиметр. Толщина единичной металлической полосы составляет 100–200 нм. Большее количество слоёв создать очень трудно, если вообще возможно. Связано это с взаимной диффузией металла и «размыванием» слоёв в процессековки, поэтому в оценке металла часто принимается количество условных слоёв стали, получаемое расчётом кратности поковки. Но это ещё не всё. Между полосками при проковке выделяется карбид железа – цементит. Размеры его кристаллов – порядка 5 нм. При особых режимахковки между полосками металла можно даже получить наноалмазы. Твёрдость такой «алмазной» стали становится невероятно высокой.

Итак, мы получили дамаск. Каким же образом сочетание нескольких сортов обычного металла придаёт ему столь высокие качества? Весь секрет заключается во внутренней структуре металла, в сочетании свойств твёрдой и мягкой стали. Твёрдая сталь даёт остроту и высокую твёрдость клинка. Но твёрдая сталь хрупка. При ударе такой клинок будет ломаться. Мягкая сталь придаёт металлу устойчивость к ударам и гибкость, но клинок из мягкой стали не способен держать заточку и будет быстро тупиться. Клинок, состоящий из множества слоёв твёрдой и мягкой стали, наследует лучшие качества своих «родителей». Любой удар примет на себя и погасит мягкая сталь, в то же время высокую твёрдость и режущие свойства обеспечат прослойки твёрдой стали. Сочетание полос твёрдой и мягкой стали рождает упругость металла. Присутствие цементита и наноалмазов на границах полосок обеспечивает сверхтвёрдость материала.

Таким образом, формирование наноструктур из обычных металлов создаёт материал с уникальными характеристиками, намного превосходящими исходные компоненты.

Рисунок взят с <http://ostmetal.info/damasskaya-stal-s-nulya-chast-ii/>.

А.Р. Набиуллин

Как подписаться на «Потенциал. Химия. Биология. Медицина»?

1. По квитанции через Сбербанк

Электронная подписка

Стоимость любого номера в pdf-формате составляет 50 рублей

Вся информация на сайтах

edu-potential.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.

Теперь вы можете читать журнал со своего планшета!



Где можно приобрести журнал?

1. В интернет-магазине Карандаш (www.karand.ru);

2. На сайте журнала (edu-potential.ru)

VIII Междисциплинарная олимпиада конвергентного образования (МОКО)



В феврале-марте 2023 г. Городской методический центр Департамента образования и науки города Москвы проводит VIII Междисциплинарную олимпиаду конвергентного образования (МОКО) (далее – Олимпиада).

Олимпиада проводится в целях поддержки и поощрения обучающихся, имеющих высокую мотивацию к обучению.

Задания Олимпиады состоят из тестов, а также расчётных и практических задач по химии, физике, биологии, информатике, географии, математике и иностранному языку.

В Олимпиаде могут принимать участие обучающиеся 10-х классов, осваивающие образовательные программы среднего общего образования в предпрофессиональных классах города Москвы.

Для участия в Олимпиаде необходимо зарегистрироваться на сайте ГБОУ ГМЦ ДОНМ в разделе «Конкурсы» <https://konkurs.mosmetod.ru>. При регистрации создается личный кабинет. Если личный кабинет уже существует, то новая регистрация не требуется.

Ключевые даты проведения этапов:

Первый этап: 03 февраля 2023 года, с 16:00 до 18:00.

Второй этап: 17 февраля 2023 года, с 16:00 до 18:00.

Третий этап: 17 марта 2023 года.

Текущая информация по организации Олимпиады доступна по ссылке: <https://mosmetod.ru/teaching-space/1100/43943>

Положение Олимпиады доступно по прилагаемому QR-коду.

Секретарь Олимпиады: Колясников Олег Владимирович, методист ГБОУ ГМЦ ДОНМ, koliasnikovov@mosmetod.ru

В следующем номере:

- ✦ Трубки в углеродном наномире. Кулакова И.И., Морозова Н.И.
- ✦ Сравнение массово встречающихся видов жесткокрылых в разных природных зонах. Скиба Е.М.
- ✦ Тайна выеденного яйца. Котова К.М., Козлова Е.С., Дорохин С.В.
- ✦ В мире химических данных. Ваймугин Л.А.

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 журнала печатаются (при согласии спонсора) в этом же номере. По вопросам оказания спонсорской помощи обращаться в редакцию.

Тел. (495) 787-24-94, (495) 787-24-95

E-mail: potential@potential.org.ru

Наши спонсоры

ISSN 2221-2353



АЗБУКА

Полиграфическая компания

Тел: (85) 768-25-48,

(495) 787-24-95

www.azbukaprint.ru



www.internat.msu.ru