

12+

ISSN 2221-2353

Химия Биология Медицина

ПОТЕНЦИАЛ

Журнал для старшеклассников и учителей

Sapere Aude — Дерзай знать!

Апрель-Июнь 2023 №2 (88)

Химия

Биология

Медицина

Олимпиады

Исследовательская деятельность

Профильное образование

Эксперимент



ЗАОЧНАЯ ШКОЛА СУНЦ МГУ

объявляет набор на 2023-24 учебный год в 7 – 11 классы.



Основная задача Заочной школы – развитие интереса школьников к математике, физике, информатике, химии и биологии, а также повышение общеобразовательного уровня учащихся. Заочная школа не ставит своей целью подготовку учащихся к поступлению в СУНЦ МГУ.

Обучение полностью заочное. Оно проводится по пяти основным предметам: математика, физика, информатика, химия и биология – и по двум дополнительным: география и английский язык. Учащийся должен регулярно выполнять задания как минимум по трем основным предметам (на свой выбор).

Обучение в Заочной школе бесплатное. Отбор – конкурсный.

Для участия в отборе необходимо:

1. Оставить заявку на поступление в Заочную школу на 2023-24 учебный год в Личном кабинете СУНЦ МГУ.

2. Пройти отборочные испытания в форме интернет-тестирования в сентябре 2023 года (с 12.00 15 сентября по 18.00 21 сентября, время московское). Тестирование можно пройти в любой удобный момент в эти дни.

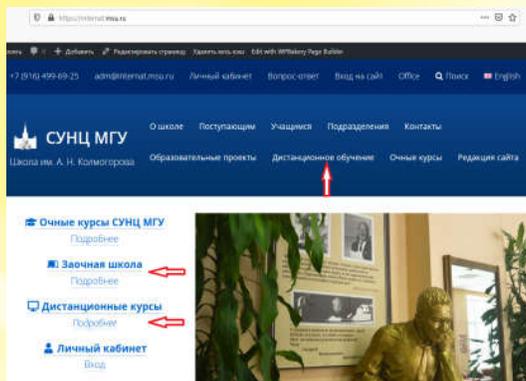
Интернет-тестирование будет проводиться:

– для учащихся 7 классов – по математике и физике либо по математике и биологии (по выбору школьника);

– для учащихся 8–11 классов – по 3 из 5 предметов: математика, физика, химия, биология, информатика (по выбору школьника).

Материалы курсов размещаются на нашем сайте [cdo.internat.msu.ru](https://internat.msu.ru). Каждый курс представляет собой комплекс блоков (модулей, тем), которые могут содержать текстовую информацию, иллюстрации, видеофрагменты, примеры решений задач, тесты различного характера, дополнительные ссылки и т.п. Каждый блок завершается контрольной работой.

Подробную информацию см. на <https://internat.msu.ru/distantionnoe-obuchenie/zaochnaya-shkola-sunts-mgu/> и по ссылкам с этой страницы.



ПОТЕНЦИАЛ

Химия Биология Медицина

Содержание

Апрель-Июнь №2 (88) 2023

Колонка редактора

- 2** Отмечаем юбилей! *Н.И. Морозова*

Химия

- 3** Визуальная таблица растворимости. *М.А. Шуткина*
10 Простые эфиры 2-нафтаола: как связаны строение и запах? *В.И. Алексеев, Е.Ю. Дробышев*

Биология

- 19** CRISPR – «генетические ножницы». *Д.А. Мычка*
24 Сравнение массово встречающихся видов жесткокрылых в разных природных зонах. *Е.М. Скиба*

Медицина

- 33** Оптимальная высота каблука. *М.М. Гоголева*
42 Запоминание по методу Цицерона. *А.А. Зарипов*

Олимпиады

- 44** Задачи LXXVIII Московской олимпиады школьников по химии 2022 г. для 8 класса. *А.В. Дубровский, С.С. Кубышев*
53 Задачи LXXVIII Московской олимпиады школьников по химии 2022 г. для 9 класса. *А.Я. Корнейчук, Е.А. Трубицын*

Исследовательская деятельность

- 64** Химия во благо красоты на примере создания и исследования крема домашнего производства. *Р.А. Виноградова, И.А. Русских*

Профильное образование

- 73** Отношения и простейшие уравнения в расчетных задачах. *С.В. Дворянинов*

Эксперимент

- 77** Велосипед и шарик. *Н.И. Морозова*

Калейдоскоп

- 79** Кроссворд «Лекарственное растительное сырье, влияющее на функции мочевыделительной системы». *А.В. Табачных, Н.А. Ванчурина*

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. Семенов

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 23.06.2023

Усл. печ. л. 5

Формат 70x100 1/16

Заказ № 233

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

Отмечаем юбилеи!

В этом году мы отмечаем несколько юбилеев выдающихся учёных. И хотя даты в основном «полукруглые», это хороший повод вспомнить добрым словом людей, внёсших огромный вклад в развитие науки.

195 лет исполняется со дня рождения Александра Михайловича Бутлерова. Более всего он известен как автор теории химического строения органических веществ, носящей его имя. Однако он был не только выдающимся химиком, но ещё и пчеловодом и лепидоптерологом (т. е. учёным, изучающим бабочек).

Владимиру Васильевичу Марковникову в этом году, вероятно, исполнилось бы 185 лет. Интересно, что разные источники называют разные годы его рождения: 1838 и 1837! Так что каждый юбилей можно праздновать дважды.

Развивая теорию химического строения, В.В. Марковников исследовал взаимное влияние атомов в органических соединениях и установил ряд закономерностей (в том числе правило присоединения галогеноводородов к непредельным углеводородам с двойной и тройной связью, впоследствии названное его именем).

Климент Аркадьевич Тимирязев – специалист по физиологии растений, исследователь фотосинтеза, один из первых в России пропагандистов идей Дарвина об эволюции, популяризатор и историк науки – родился 180 лет назад. Его научные труды посвящены главным образом засухоустойчивости растений, вопросам питания растений, в особенности, разложению углекислого газа зелёными растениями под влиянием солнечной энергии.



Слева направо: А.М. Бутлеров, В.В. Марковников, К.А. Тимирязев



Химия



Шуткина Мария Алексеевна

*Выпускница 11 химического класса СУНЦ МГУ
Научный руководитель – Александр Сергеевич Сизгеев,
ст. преподаватель СУНЦ МГУ*

Визуальная таблица растворимости

Химия невозможна без эксперимента. Работа в лаборатории прививает как навыки практической работы, так и «чувство вещества» – комплекс визуальных впечатлений от вида вещества и происходящих в эксперименте процессов. Описание в учебнике в форме «белый студенистый осадок» даёт не слишком определённое представление о его виде. Архив в форме таблицы растворимости с фото- и текстовой информацией открывает возможность собственными глазами увидеть особенности нужного вещества, узнать способы его получения и, конечно же, растворимость в воде.

Растворимость веществ

Растворами называются гомогенные смеси переменного состава из двух или более компонентов. Чаще всего в качестве растворов рассматривают жидкофазные системы, хотя существует множество примеров твердофазных растворов. Обычно в системе выделяют растворитель и растворённые вещества. Растворителем, как правило, считают тот компонент, который присутствует в си-

стеме в максимальном количестве и при этом имеет то же агрегатное состояние, что и итоговый раствор, однако это отнесение достаточно произвольно и зависит от типа раствора. Растворимостью называется концентрация насыщенного раствора (существующего в равновесии с фазой растворяемого вещества), характеризующая способность вещества растворяться в том или ином растворителе. [1].

Таблица растворимости

Чаще всего в качественной форме растворимость солей представляется с помощью таблицы растворимости (рис. 1). Такие таблицы составляются для воды или, существенно реже, других

растворителей, и в них содержатся данные по растворимости наиболее известных неорганических кислот, оснований и солей.



РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

ИОНЫ	H ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ag ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ni ²⁺	Sn ²⁺	Pb ²⁺	Cu ²⁺	Hg ²⁺	Hg ₂ ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺
OH ⁻		P	P	P	–	P	М	М	Н	Н	Н	Н	Н	Н	–	–	Н	Н	Н	Н
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	–	P	P	P	P
F ⁻	P	P	P	P	P	М	Н	М	Р	М	Р	Р	М	Р	–	М	М	Н	М	М
Cl ⁻	P	P	P	P	Н	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	Р	Н	Р	Р	Р	Р
Br ⁻	P	P	P	P	Н	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	М	Н	Р	Р	Р	Р
I ⁻	P	P	P	P	Н	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	–	Н	Н	Р	–	Р	Р
S ²⁻	P	P	P	P	Н	–	–	–	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	–	–
SO ₃ ²⁻	P	P	P	P	М	М	М	М	Н	М	Н	–	Н	–	–	–	М	–	–	–
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	М	Н	М	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Р	Р	М	Р	Р	Р	Р
CO ₃ ²⁻	P	P	P	P	Н	Н	Н	Н	Н	Н	–	–	Н	–	–	Н	Н	–	–	–
SiO ₃ ²⁻	Н	–	Р	Р	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	–	Н	–	–	–	Н	–	–	–
PO ₄ ³⁻	P	P	P	P	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	М	Р	Р	Р	Р

Рис. 1. Стандартная таблица растворимости [2]

Обычно вещество считается хорошо растворимым при его концентрации в насыщенном растворе $>0,1$ моль/л, малорастворимым при концентрации от 0,001 до 0,1 моль/л и практически нерастворимым при концентрации его насыщенного раствора менее 0,001 моль/л [1]. Соответствующие данные приведены в таблице растворимости (см. рис. 1), где хорошо растворимые вещества обозначены, как принято, буквой Р, малорастворимые – М и практически нерастворимые – Н. Прочерк обозначает то, что вещество не существует или его невозможно получить в водном растворе вследствие его полного гидролиза или неустойчивости по иным причинам.

Помимо природы вещества и растворителя, существенным фактором, влияющим на растворимость, является температура. Зависимость растворимости от температуры изображают графически в виде кривых растворимости (рис. 2).

Классическим способом экспериментального определения растворимости является метод, основанный на измерении разницы масс при получении насыщенного раствора. Определённую, заведомо избыточную навеску вещества растворяют в растворителе, выдерживают раствор с осадком при нужной тем-

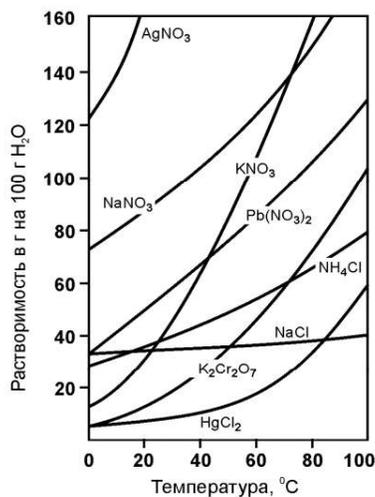


Рис. 2. Кривые растворимости различных веществ в воде [1]

пературе для установления равновесия и по разнице масс исходной навески и осадка рассчитывают количество растворившегося вещества [3]. Этот метод подходит для достаточно хорошо растворимых веществ. Для малорастворимых и нерастворимых чаще используют методы, предполагающие определение содержания вещества в насыщенном растворе.

Создание визуальной таблицы растворимости

Проанализировав данные по растворимости солей, можно сказать, что значительное количество осадков дают между собой анионы MoO_4^{2-} , WO_4^{2-} и катионы Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} . Далее речь пойдет только об этих ионах (табл. 1). К сожалению, в литературе не описаны конкрет-

ные условия их осаждения, более того, не всегда известен даже примерный состав образующихся осадков. Поэтому в ходе нашей работы были изучены условия осаждения выбранных солей и влияние различных факторов – температуры, кислотности среды.

Табл. 1. Фрагмент таблицы растворимости солей в воде

Ионы	Cu^{2+}	Co^{2+}	Ni^{2+}
MoO_4^{2-}	CuMoO_4 Н	CoMoO_4 Н	NiMoO_4 Н
WO_4^{2-}	CuWO_4 Н	CoWO_4 Н	NiWO_4 Н

Что говорится об этих веществах в литературе?

CuMoO_4 – молибдат меди (II) – жёлто-зелёные кристаллы, не растворяется в воде (растворимость при 100 °С – 0,161 г / 100 мл [4]).

CuWO_4 – вольфрамат меди (II) – жёлто-коричневые кристаллы, не растворяется в воде (растворимость при 15 °С. – 0,1 г / 100 мл [5]). Образует кристаллогидраты зеленого цвета.

CoMoO_4 – молибдат кобальта (II) – чёрные кристаллы, не растворяется в воде, образует кристаллогидраты [6].

CoWO_4 – вольфрамат кобальта (II) – сине-зелёные кристаллы, не растворяется в воде. Выпадает в слабокислой среде [7].

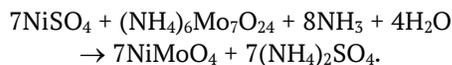
NiMoO_4 – молибдат никеля (II) – зелёные кристаллы, не растворяется в воде [8].

NiWO_4 – вольфрамат никеля (II) – светло-зелёные кристаллы, не растворяется в воде [9].

В нашей работе мы использовали 10%-ные растворы солей. Наиболее

доступным источником молибдат-аниона является гептамолибдат аммония $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$, однако по своей природе он представляет собой кислую соль $3(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 \cdot 4\text{MoO}_3$. Молибдаты выбранных металлов, как оказалось, не осаждаются даже в слабокислой среде, поэтому мы использовали аммиак для нейтрализации. Мы добавляли раствор молибдата аммония к раствору соли выбранного катиона и затем осторожно прикапывали раствор аммиака. Результаты экспериментов представлены на рис. 3–5. Крайне неожиданным оказалось то, что в случае кобальта в зависимости от количества добавленного аммиака образуется либо розовый (при малом количестве аммиака), либо фиолетовый осадок.

Получение молибдата никеля:



Реакции получения молибдатов кобальта и меди аналогичны.

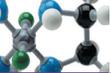


Рис. 3. Молибдат никеля $NiMoO_4$



Рис. 4. Молибдат меди $CuMoO_4$



Рис. 5. Молибдат кобальта $CoMoO_4$

При использовании в качестве осадителя молибдата натрия с ионами кобальта образовывался только фиолетовый осадок. По литературным данным [6] молибдат кобальта имеет черный цвет, что противоречит нашим результатам. Это нельзя было объяснить только образованием кристаллогидрата, как в случае вольфрамата меди. Поэтому мы

исследовали полученные образцы с помощью рентгенофазового анализа. Было обнаружено, что фиолетовый образец, полученный при осаждении молибдатом натрия, представляет собой $CoMoO_4$. Для розового образца предполагалась возможная структура двойного молибдата кобальта аммония $(NH_4)_2Co(MoO_4)_2$. Полученную для него дифрактограмму

(зеленая кривая, рис. 6), сравнили с положениями рефлексов для аналогичного по структуре $(\text{NH}_4)_2\text{Cu}(\text{MoO}_4)_2$ [10] (красные линии, рис. 6). Как можно видеть, линии рефлексов хорошо совпадают, и можно утверждать, что наше предположение о структуре розового образца как двойного молибдата является

правильным. Фиолетовый осадок, образующийся при осаждении молибдатом аммония – смесь $(\text{NH}_4)_2\text{Co}(\text{MoO}_4)_2$ и CoMoO_4 . Скорее всего, в случае молибдатов никеля и меди ситуация аналогичная, но мы этого можем не замечать визуально потому, что в их случае цвета простых и двойных молибдатов близки.

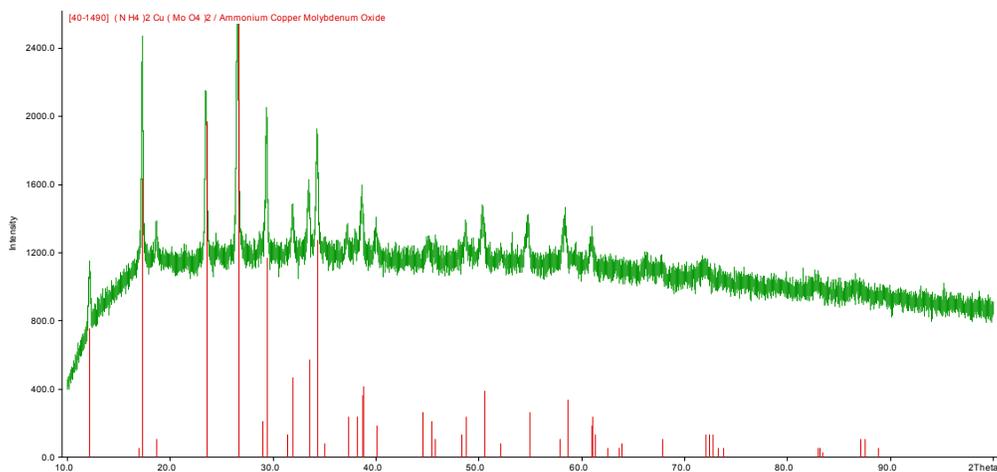
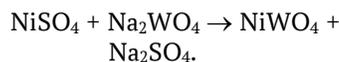


Рис. 6. Экспериментальная дифрактограмма розового образца (зелёная кривая): сравнение с положениями рефлексов $(\text{NH}_4)_2\text{Cu}(\text{MoO}_4)_2$ из базы данных PDF-2 (красные вертикальные линии) [10].

Для получения вольфрамовых данных катионов осадителем был выбран вольфрамат натрия Na_2WO_4 . В этом случае, как и в случае молибдата натрия, выпадали нерастворимые осадки простых вольфрамов (рис. 7–9).

Получение вольфрамата никеля:



Реакции получения вольфрамов кобальта и меди аналогичны.



Рис. 7. Вольфрамат никеля NiWO_4



Рис. 8. Вольфрамат меди CuWO_4 (кристаллогидрат)

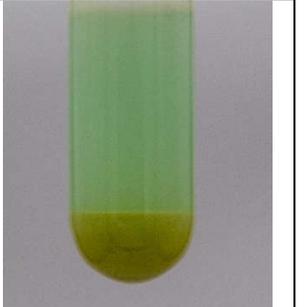


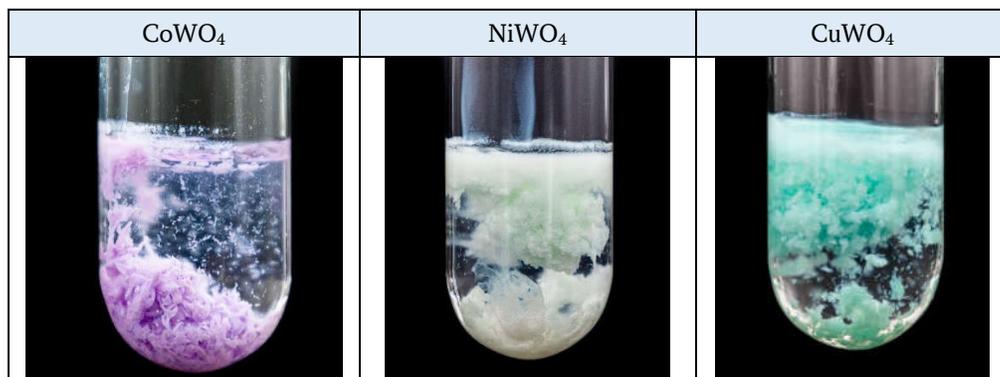
Рис. 9. Вольфрамат кобальта CoWO_4

После сведения результатов воедино мы оформили соответствующий фрагмент визу-

альной таблицы растворимости, содержащей фотоархив полученных осадков (табл. 2).

Табл. 2. Фрагмент визуальной таблицы растворимости

CoMoO_4	NiMoO_4	CuMoO_4
		



Авторы благодарят Анатолия Владимировича Морозова за регистрацию и

интерпретацию данных рентгенофазового анализа.

Литература

1. Стась Н.Ф., Свинцова Л.Д. Химия растворов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006, С. 77 - 155 с.
2. Химия. // Справочник от Автор24. – <https://spravochnick.ru/himiya/> (дата обращения: 01.08.2022).
3. Химическая энциклопедия В 5-ти томах, Гл.ред. И.Л. Кнунянц и Н.С. Зефилов. – М.: Сов. Энциклопедия, 1988–1998. – 639 с. (Т. 4).
4. Молибдат меди (II). // Википедия: Свободная энциклопедия. – [https://ru.wikipedia.org/wiki/Молибдат_меди\(II\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Молибдат_меди(II)) (дата обращения: 01.08.2022).
5. Вольфрамат меди (II). // Википедия: Свободная энциклопедия. – [https://ru.wikipedia.org/wiki/Вольфрамат_меди\(II\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Вольфрамат_меди(II)) (дата обращения: 01.08.2022).
6. Молибдат кобальта (II). // Википедия: Свободная энциклопедия. – [https://ru.wikipedia.org/wiki/Молибдат_кобальта\(II\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Молибдат_кобальта(II)) (дата обращения: 01.08.2022).
7. Вольфрамат кобальта (II). // Википедия: Свободная энциклопедия. – [https://ru.wikipedia.org/wiki/Вольфрамат_кобальта\(II\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Вольфрамат_кобальта(II)) (дата обращения: 01.08.2022).
8. Молибдат никеля (II). // Википедия: Свободная энциклопедия. – [https://ru.wikipedia.org/wiki/Молибдат_никеля\(II\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Молибдат_никеля(II)) (дата обращения: 01.08.2022).
9. Вольфрамат никеля (II). // Википедия: Свободная энциклопедия. – [https://ru.wikipedia.org/wiki/Вольфрамат_никеля\(II\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Вольфрамат_никеля(II)) (дата обращения: 01.08.2022).
10. Xu J., Xue D., Zhu Y. Room Temperature Synthesis of Curved Ammonium Copper Molybdate Nanoflake and Its Hierarchical Architecture // J. Phys. Chem. B, 2006, v. 110, № 35, p. 17400–17405.

Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор

Дама приобрела контактные линзы для глаз и забыла на работе раствор для хранения этих линз. Заметила только поздно вечером, всё уже закрыто. В панике звонит другу и спрашивает, чем этот раствор можно заменить. После поиска в интернете следует ответ: «Всё, выкидывай линзы, ничем заменить нельзя. Только каким-то раствором хлорида натрия, но где ж ты сейчас его найдёшь?»

Если дать студенту тему реферата «ГРАФ ОРЛОВ», то можно понять, кто он: историк, математик или орнитолог.



Алексеев Владислав Игоревич
Студент I курса химического факультета
Донецкого национального университета

Дробышев Евгений Юрьевич
Учитель химии МБОУ «Средняя школа № 4 г. Макеевки»



Простые эфиры 2-нафтола: как связаны строение и запах?

Современная парфюмерная промышленность постоянно нацелена на поиск новых веществ, обладающих самой разнообразной палитрой запахов. Такими веществами являются, например, простые эфиры 2-нафтола. Но в литературе относительно подробно описаны только два их представителя, информация об остальных эфирах 2-нафтола обрывочна или отсутствует вовсе.

Что делать? Конечно, восполнять пробелы!

Простыми эфирами называют соединения, в которых насыщенные и (или) ненасыщенные углеводородные радикалы образуют ковалентные связи с атомом кислорода. Например, простейшим простым эфиром нафтола является 2-метоксинафталин (рис. 1).

Кроме метилового эфира (2-метоксинафталина), в литературе описан этиловый эфир 2-нафтола (2-этоксинафталин). Оба эфира представляют собой кристаллические вещества бело-жёлтого

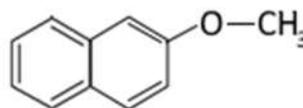


Рис. 1. Строение молекулы 2-метоксинафталина

цвета и обладают сильным цветочным запахом, что делает их пригодными для использования в парфюмерии. 2-этоксинафталин обнаружен в эфирном масле, получаемом из цветков апельсина (рис. 2).

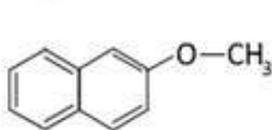


Рис. 2. Кристаллы 2-этоксинафталина и характер его запаха

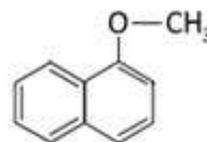
Запах вещества и его строение тесно взаимосвязаны. Приятный запах часто имеют вещества, содержащие спиртовую, альдегидную, сложноэфирную группы. Однако, например, замена группы $-OH$ в этаноле на группу $-SH$ приводит к изменению «традиционного» спиртового запаха на отвратительный

запах этилмеркаптана C_2H_5-SH .

На запах соединения оказывает влияние расположение функциональных групп. Например, 2-метоксинафталин имеет сильный цветочный запах, а его изомер – 1-метоксинафталин – запаха не имеет вовсе (рис. 3).



2-метоксинафталин

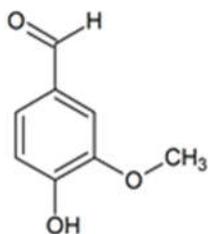


1-метоксинафталин

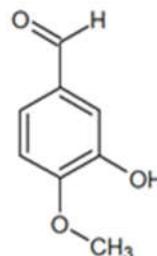
Рис. 3. Влияние расположения функциональных групп на запах метоксинафталина

Ванилин (4-гидрокси-3-метоксибензальдегид) обуславливает всем известный аромат многих кондитерских изде-

лий, его изомер изованилин (3-гидрокси-4-метоксибензальдегид) имеет очень слабый запах (рис. 4).



Ванилин



Изованилин

Рис. 4. Влияние расположения функциональных групп на запах ванилина и изованилина



Влияние на запах оказывает и размер углеродной цепи. Например, если в молекуле ванилина заменить метоксидную группу $-\text{OCH}_3$ на этоксидную $-\text{OC}_2\text{H}_5$, то 4-гидрокси-3-этоксibenзальдегид будет иметь более сильный и насыщенный запах по сравнению с «традиционным» ванилином.

Соединения с разветвленными углеродными цепями, как правило, обладают более сильным запахом по сравнению с соединениями, имеющими такое же количество атомов углерода, но соединенных в линейную цепь. Например, миристиновый альдегид $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{12}-\text{CHO}$ запаха практически лишен, а его разветвленные изомеры имеют приятный цветочный запах.

Существенное влияние на запах вещества может оказывать наличие кратных связей. Особенно сильным ароматом отличаются вещества, в составе молекул которых присутствует система сопряжения связей. Известны и факты, когда появление тройной связи в молекуле приводит к появлению неприятного запаха. В качестве примера можно рассмотреть эвгенол (рис. 5), вещество, имеющее сильный аромат гвоздики, практически полностью исчезающий при гидрировании двойной связи в аллильном заместителе, или простейшую карбоновую кислоту, содержащую тройную связь в углеводородном радикале – пропионовую ($\text{HC}\equiv\text{C}-\text{COOH}$). Пропино-

вая кислота и её сложные эфиры имеют резкий неприятный горький запах.

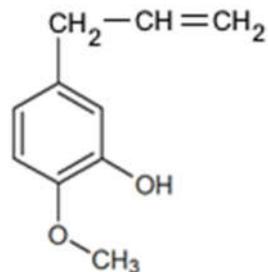


Рис. 5. Структура молекулы эвгенола

Имеется взаимосвязь запаха с размером циклических фрагментов молекул. Запах циклических соединений зависит от числа атомов углерода в цикле. Если их 5–6, вещество чаще пахнет горьким миндалем или ментолом, 6–9 атомов дает переходный запах, 9–12 – в основном запах камфары или мяты, 13 – запах смолы или кедра, 14–16 атомов обуславливают запах мускуса или персика, 17–18 – лука, соединения с 18 атомами в цикле и более либо не пахнут вообще, либо очень слабо.

Стоит также упомянуть, что на запах вещества может оказывать влияние и пространственное строение. Известным примером являются энантимеры лимонена (1-метил-4-изопропенилциклогексена-1). R-энантиомер обладает характерным цитрусовым запахом, а S-энантиомер – хвойным (рис. 6).

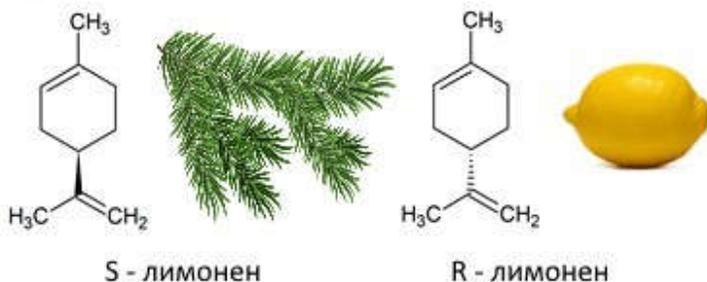


Рис. 6. Структура энантимеров лимонена и особенности их запахов

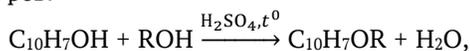


Помимо особенностей строения молекул, запах вещества может зависеть и от его концентрации. Например, индол (2,3-бензпиррол) имеет неприятный запах, но при сильном разбавлении используется для создания парфюмерных композиций с ароматом сирени.

Основы синтеза простых эфиров

Общеизвестными способами синтеза простых эфиров являются реакция межмолекулярной дегидратации и синтез по А. Вильямсону.

2-метоксинафталин и 2-этокси-нафталин могут быть синтезированы по реакции межмолекулярной дегидратации в присутствии каталитических количеств серной кислоты. Для этого 2-нафтол растворяют в метаноле или этаноле, прибавляют концентрированную серную кислоту и нагревают смесь несколько часов. Схема образования эфиров:



где $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{OH}$ – 2-нафтол, $\text{R} = \text{CH}_3-, \text{C}_2\text{H}_5-$.

Эфиры с более длинными, и разветвленными углеродными цепями по реакции межмолекулярной дегидратации не получают, так как возможны побочные реакции отщепления и изомеризации.

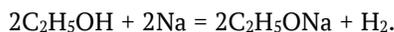
Для синтеза простых эфиров, содержащих ароматические фрагменты, в частности нафтола, по А. Вильямсону,

Получение простых эфиров 2-нафтола

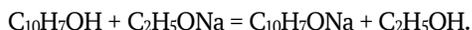
После изучения основных подходов к синтезу простых эфиров мы выбрали заместители R, которые предполагалось использовать для синтеза эфиров. В

Поскольку в литературе сведения о простых эфирах 2-нафтола скудны, мы решили получить ряд эфиров, имеющих заместители различного строения, и попытаться проанализировать влияние заместителей на запах этих веществ.

сначала металлический натрий растворяют в этаноле с образованием этилата натрия:



Полученный алкоголь взаимодействует с 2-нафтолом с образованием нафтолята натрия:



Взаимодействие нафтолята натрия с алкилгалогенидом приводит к образованию эфира:



где Hal – атом галогена.

Синтез простых эфиров по А. Вильямсону позволяет получить вещества с высоким выходом и прост в выполнении.

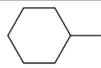
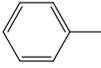
В силу основных свойств нафтолятионов возможна побочная реакция отщепления галогеноводородов с образованием алкенов. Легче всего такое отщепление происходит для третичных алкилгалогенидов.

табл. 1 приведен перечень таких заместителей, способы их введения в молекулу 2-нафтола и исходные вещества, содержащие данные заместители.

Табл. 1. Исходные вещества и способы введения заместителей R в молекулу 2-нафтола

R	Исходное вещество	Способ введения
метил CH_3-	метанол	Синтез по реакции межмолекулярной дегидратации
этил C_2H_5-	этанол	Синтез по реакции межмолекулярной дегидратации



<i>n</i> -бутил $n\text{-C}_4\text{H}_9\text{-}$	<i>n</i> -бутилбромид	Синтез по А. Вильямсону
<i>изо</i> -бутил <i>изо</i> - $\text{C}_4\text{H}_9\text{-}$	<i>изо</i> -бутилхлорид	Синтез по А. Вильямсону
<i>трет</i> -бутил $(\text{CH}_3)_3\text{C-}$	<i>трет</i> -бутилхлорид	Синтез по А. Вильямсону
<i>n</i> -нонил $n\text{-C}_9\text{H}_{19}\text{-}$	<i>n</i> -нонилбромид	Синтез по А. Вильямсону
циклогексил 	циклогексилхлорид	Синтез по А. Вильямсону
фенил 	бромбензол	Синтез по А. Вильямсону
ацетил $\text{-CH}_2\text{-COOH}$	монохлоруксусная кислота	Синтез по А. Вильямсону

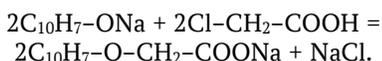
Синтез 2-метоксинафталина и 2-этоксинафталина.

В круглодонную колбу объемом 100 мл мы помещали 0,02 моль 2-нафтола, прибавляли 0,08 моль метанола или этанола, смесь перемешивали до растворения 2-нафтола. Далее прибавляли 0,7 мл концентрированной серной кислоты ($\rho = 1,8 \text{ г/мл}$). Колбу закрывали пробкой, снабженной обратным водяным холодильником. Смесь нагревали в течение 2 часов на водяной бане.

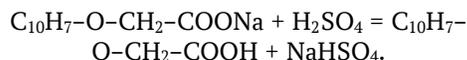
Затем смесь выливали в 15 мл 5%-го раствора гидроксида натрия (50 °С) для удаления непрореагировавшего 2-нафтола, который переходит в растворимую натриевую соль. Осадки эфиров постепенно затвердевали на дне стакана в виде небольших комочков. Далее эфиры отфильтровывали от жидкости через бумажный фильтр, промывали дистиллированной водой до нейтральной реакции универсальной индикаторной бумаги. Перекристаллизацию эфиров проводили из этанола и метанола соответственно.

Синтез 2-нафтоксиуксусной кислоты.

Мы готовили растворы 0,02 моль 2-нафтола в 5%-ном растворе гидроксида натрия и 0,05 моль хлоруксусной кислоты в воде. Далее растворы сливали. В результате взаимодействия веществ протекала реакция:



Полученную смесь подкисляли серной кислотой для перевода полученной натриевой соли в эфир, который выпадал в осадок:



Осадок образовавшегося эфира отфильтровывали от жидкости через бумажный фильтр, промывали дистиллированной водой до нейтральной реакции универсальной индикаторной бумаги. Перекристаллизацию эфира проводили из этанола.

Синтез *n*-бутокси-, *изо*-бутокси-, *трет*-бутокси-, *n*-нонанокси-, циклогексилокси-, феноксиафталина.

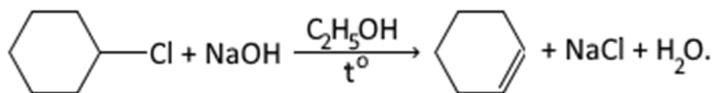
Вначале в круглодонной колбе мы растворяли 0,025 моль натрия в 10 мл этанола. Далее к полученному раствору этилата натрия приливали этанольный раствор 0,02 моль 2-нафтола. К образовавшемуся нафтоляту натрия приливали соответствующее галогенпроизводное (*n*-бутилбромид, *изо*-бутилхлорид, *трет*-бутилхлорид, *n*-нонилбромид, циклогексилхлорид, бромбензол) в количестве 0,03 моль. Колбы с реакционными смесями закрывали пробкой, снабженной обратным водяным холодильником и нагревали их при слабом кипении в течение 2 часов.

После нагревания растворы аккуратно сливали с осадка хлорида (бромиды) натрия на дне колбы и обрабатывали 5%-ным раствором гидроксида

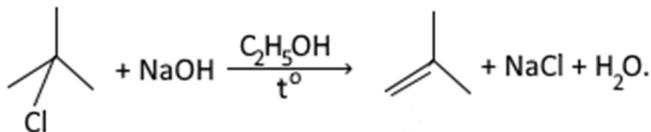
натрия, нагретым до 50 °С для удаления непрореагировавшего 2-нафтола. Осадки соответствующих эфиров отфильтровывали от жидкости через бумажный фильтр, промывали дистиллированной водой до нейтральной реакции универсальной индикаторной бумаги. Перекристаллизацию эфиров проводили из этанола.

После высушивания и перекристаллизации препаратов эфиров все они представляют собой твёрдые вещества бело-жёлтого цвета. Данные о выходе каждого эфира от теоретически возможного приведены в табл. 2.

Крайне низкие выходы у эфиров, содержащих *tert*-бутильный и циклогексильный заместители, по сравнению с другими, объясняются конкурирующей реакцией отщепления, которая протекает из-за щелочной среды при выполнении синтеза по А. Вильямсону и является преобладающей. Например, в реакции с хлорциклогексаном образуется циклогексен:

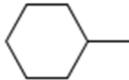
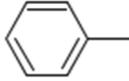


В реакции с *tert*-бутилхлоридом основным продуктом является метилпропен:



В случае эфира, содержащего фенольный заместитель, низкий выход можно объяснить низкой реакционной способностью бромбензола, обусловлен-

Табл. 2. Выход эфиров от теоретически возможного

R	Выход, %
CH ₃ -	84,8
C ₂ H ₅ -	49,6
<i>n</i> -C ₄ H ₉ -	50
<i>изо</i> -C ₄ H ₉ -	10,2
<i>tert</i> -C ₄ H ₉ -	4,73
<i>n</i> -C ₉ H ₁₇ -	52,74
	3,89
	3,63
HOOC-CH ₂ -	81,18

ной сильным удерживанием неподелённой пары электронов атома брома бензольным кольцом.

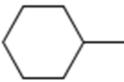
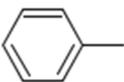
Установление температур плавления эфиров

Для идентификации полученных соединений мы определяли их температуры плавления, для чего небольшое количество препаратов эфиров помещали в стеклянный капилляр и погружали в прибор для определения температуры

плавления. Момент образования первой жидкой капли расплава вещества и фиксацию значения температуры плавления производили при помощи лупы. Температуры плавления синтезированных эфиров приведены в табл. 3.



Табл. 3. Температуры плавления синтезированных эфиров

R	T _{пл} (эксп), °С	T _{пл} (лит), °С
CH ₃ -	70-71	72
C ₂ H ₅ -	35-36	37,5
<i>n</i> -C ₄ H ₉ -	30-31	35-36
<i>трет</i> -C ₄ H ₉ -	29-30	-
<i>изо</i> -C ₄ H ₉ -	30-31	-
<i>n</i> -C ₉ H ₁₇ -	30-31	-
	57-58	-
	44-45	46
HOOC-CH ₂ -	155-156	156

Как видно из данных табл. 3, экспериментально измеренные значения температур плавления соотносятся со значениями, приведенными в литературе, что позволяет утверждать о получении целе-

вых веществ. Однако температуры плавления для некоторых синтезированных эфиров в справочной литературе найти не удалось.

Изучение интенсивности и характера запаха эфиров

Для установления закономерностей между запахами эфиров и их строением помещали образцы эфиров массой по 0,1 г в пробирки с 2 мл воды и перемешивали. Полученные суспензии исследовали органолептически.

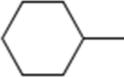
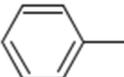
Анализ запахов синтезированных веществ и их строения (табл. 4) позволяет установить следующее. Насыщенность и резкость цветочного запаха уменьшается при переходе от 2-метоксинафталина к 2-этоксинафталину, и изменяется на травянистый с отдельными цветочными нотами при переходе к 2-*n*-бутоксинафталину. Запах 2-*n*-нооксинафталина травянистый и крайне слабый по сравнению с другими рассмотренными образцами, не содержит цветочных нот. Таким образом, увеличение длины углеродной цепи, усиливающей положительный индуктивный эффект углеводородного радикала, способствует уменьшению насы-

щенности запахов синтезированных эфиров.

Сравнение запахов 2-*n*-бутоксинафталина, 2-*изо*-бутоксинафталина и 2-*трет*-бутоксинафталина показывает, что разветвление углеродной цепи способствует усилению резкости и интенсивности запаха. Запах 2-*трет*-бутоксинафталина содержит наиболее ярко выраженные цветочные ноты. Стоит упомянуть, что увеличение степени разветвленности углеводородного заместителя увеличивает его индуктивный эффект, который будет наиболее сильным у *трет*-бутильной группы.

Запах 2-циклогексилоксинафталина более интенсивный и резкий по сравнению с 2-феноксинафталином. Сравнение запахов 2-этоксинафталина и 2-нафтоксиуксусной кислоты позволяет констатировать полное исчезновение цветочного запаха при переходе от пер-

Табл. 4. Запах синтезированных эфиров

R	Запах
CH ₃ -	Резкий цветочно-фруктовый
C ₂ H ₅ -	Умеренный цветочно-фруктовый
<i>n</i> -C ₄ H ₉ -	Умеренный травянистый
<i>изо</i> -C ₄ H ₉ -	Слабый цветочно-фруктовый
<i>трет</i> -C ₄ H ₉ -	Умеренный цветочно-фруктовый
<i>n</i> -C ₉ H ₁₇ -	Слабый травянистый
	Слабый цветочно-травянистый
	Едва ощутимый цветочный
HOOC-CH ₂ -	Запах отсутствует

вого эфира ко второму. У 2-нафтоксиуксусной кислоты запах практически отсутствует, присутствуют отдельные ноты, напоминающие запах лекарства. В составе данных веществ присутствуют электроноакцепторные заместители (фенил в составе 2-феноксинафталина и карбоксильная группа в составе 2-нафтоксиуксусной кислоты), проявляющие сильный мезомерный эффект. Опираясь на выше перечисленные факты, можно сделать вывод, что, очевидно, электронные эффекты углеводородных заместителей оказывают определённое влияние на запах вещества, однако общие закономерности не прослеживаются.

На запахах веществ существенное влияние оказывают межмолекулярные взаимодействия, например, Ван-дер-Ваальсовы силы, водородные связи.

Выделяют два основных фактора, определяющих силу Ван-дер-Ваальсо-

вых сил: число электронов в составе молекулы и площадь поверхности молекулы. Увеличение числа электронов в составе молекулы коррелирует с увеличением её молекулярной массы, а полученные экспериментальные данные показывают, что увеличение молекулярной массы синтезированных эфиров приводит к постепенному ослабеванию насыщенности их запахов.

Молекулы линейного строения имеют большую площадь поверхности по сравнению с их изомерами разветвленного строения. Чем больше площадь поверхности молекул, тем сильнее Ван-дер-Ваальсовы силы, возникающие между ними. По результатам эксперимента установлено, что эфиры, содержащие разветвленные *изо*-бутильный и *трет*-бутильный углеводородные заместители, обладают более насыщенным запахом по сравнению с эфиром, содержащим изомерным им *n*-бутильный углеводородный заместитель. Можем сделать вывод, что постепенное ослабевание насыщенности запахов при увеличении длины и усиление насыщенности запахов при увеличении степени разветвленности углеводородных заместителей может быть связано с влиянием Ван-дер-Ваальсовых сил.

Водородные связи образуются между атомами водорода и наиболее электроотрицательными атомами (кислород, азот, фтор). Например, диметиловый эфир не образует водородных связей, а его изомер – этиловый спирт – за счет гидроксогрупп образует межмолекулярные водородные связи, что уменьшает его летучесть по сравнению с диметиловым эфиром. Среди наших веществ в 2-нафтоксиуксусной кислоте присутствуют карбоксильные группы, способные образовывать водородные связи. Очевидно, благодаря этому запах данного вещества практически полностью отсутствует.

Нужно упомянуть и о том, что уве-



личение степени ненасыщенности молекулы, несомненно, тоже оказывает влияние на насыщенность запаха вещества. 2-циклогексилоксинафталин, содержащий насыщенный циклогексильный замести-

тель, имеет цветочно-травянистый аромат. Замена циклогексила на ненасыщенный фенильный заместитель (2-феноксинафталин) приводит к практически полной потере запаха вещества.

Литература

1. Карцова А.А. Покорение вещества. Органическая химия: Учебное пособие. – СПб: Химиздат, 1999. – 273 с.
2. Курбатова С.В., Яшкин С.Н. Химические тайны запаха. – М.: Прогресс, 2004. – 543 с.
3. Птицина Н.В., Куплетская Н.В., Тимофеева В.К. Лабораторные работы по органическому синтезу: Учеб. пособие для хим. и биол. спец. пед. ин-тов. – М.: Просвещение, 1979. – 256 с.
4. Беккер Г., Бергер В., Домшке Г. Органикум. Практикум по органической химии. Т. 1. – М.: Мир, 2008. – 504 с.
5. Солдатенков А.Т., Колядина М.Н., Ле Туан Ань и др. Основы органической химии душистых веществ для прикладной эстетики и ароматизации: Учебное пособие для вузов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 240 с.
6. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. Ч. 2: Учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности «Химия». – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004, с. 264–265, 294–296.
7. Травень В.Ф., Щекотихин А.Е. Практикум по органической химии: учебное пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 592 с.
8. McMurry J. Organic Chemistry. – Brooks/Cole, 2012. – 1384 p.
9. Brown W., Iverson B., Anslyn E., Foote C. Organic Chemistry. – Cengage learning. – Boston, 2014. – 1424 p.

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Мой любимый металл – магний

Кто бок о бок с глицином стоит на страже спокойствия каждого человека? Кто кропотливо регулирует каждое движение сердца? Какой металл больше всех любят и знают пенсионеры и беременные?

Тот, что горит самым белым пламенем!

Магний!

Об этом металле все знают ещё со школы, но мало кому он сильно запоминается. Хотя его роль в жизни человека и природы невероятно велика.

Атом магния содержится в каждой молекуле хлорофилла, этот элемент не только дарит зелёный цвет растениям вокруг нас, но и обеспечивает правильный ход процесса фотосинтеза, а значит, косвенно обеспечивает питанием всех живых существ на земле.

Исключительно интересную функцию магний играет в металлоорганической химии: он является частью реактива Гриньяра, который даёт много возможностей органическому синтезу.

Также этот элемент благотворно влияет непосредственно на здоровье человека: он обеспечивает здоровый ритм сердечных сокращений, способствует укреплению нервной системы, придает сил и снимает избыточный стресс.

Помимо прочего, с помощью вспышек от горения магния можно подавать сигналы в случае опасности. Раньше вспышки магния даже использовали для фотографирования.

Магний – прекрасный металл, без которого жизнь в нашем привычном понимании была бы невозможна.

Мария К.

Биология



Мыгча Диана Андреевна

Студентка 1-ого курса ФНМ МГУ. Активный участник олимпиадного движения ВсОШ, МОШ, «Нанотехнологии – прорыв в будущее», олимпиады и турнира «Ломоносов», «Мосволонтер»

CRISPR – «генетические ножницы»

Как известно, природа – лучший учитель. Молекулярные биологи «подсмотрели» у бактерий механизм борьбы с вирусной ДНК, слегка модифицировали его и – вуаля! – теперь можно вносить изменения прицельно в определённые гены в лабораторных условиях, не извлекая геномную ДНК из клетки.

В конце 80-х годов японские учёные, секвенируя геном кишечной палочки, натолкнулись на регулярно чередующиеся короткие палиндромные повторы, то есть на тандемные повторяющиеся последовательности нуклеотидов, разделённые спейсерами – отличными от по-

второв участками ДНК (рис. 1). Учёные выяснили, что многие бактерии имеют в своём геноме такие участки, и назвали их CRISPR (Clustered Regularly Interspaced Palindromic Repeats). Но до 2007 года никто не знал, для чего они нужны.

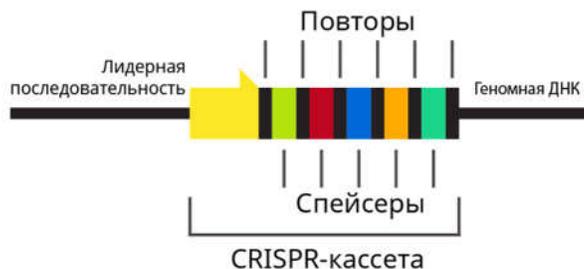


Рис. 1. CRISPR (<https://www.pvsm.ru/bioinformatika/120648>)

В 2007 году ряд исследователей, в том числе советский и американский биолог Евгений Кунин (рис. 2) и испанский молекулярный биолог Франциско Мохика (рис. 3), пришли к выводу, что

такие участки нужны для того, чтобы бактерии боролись с вирусами. Продвигаться дальше помог «генетический Google», GenBank, куда учёные со всего мира складывают отсеквенированные

последовательности ДНК (рис. 4). Оказалось, что спейсеры CRISPR похожи на последовательности ДНК бактериальных вирусов.



Рис. 2. Евгений Кулин

(<https://1didi.ru/cikl-pandemiya-covid-19-ev-kulin-evolyuciya-sars-cov-2-xl-xf0gjM6MOWLPOnMmn4t-vi.html>)



Рис. 3. Франциско Мохики

(<https://fuzziworld.blogspot.com/2016/06/crispr.html>)

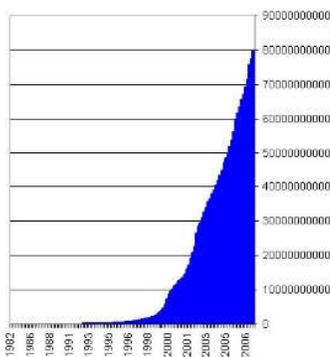


Рис. 4. Накопительная кривая секвенированных последовательностей ДНК в GenBank

(<https://slideplayer.com/slide/4809617/>)

Экспериментально выявлено, что можно рассматривать CRISPR как карту вакцинации (пассивную иммунную память клетки) (рис. 5.). Спейсеры приобретаются из вирусов, которые заражали эту бактерию и её предков. Клетки некоторых видов бактерий содержат белок Cas-9, который работает как биологические ножницы. Cas-9 получает информацию от спейсера и начинает «бегать» по клетке, отыскивая похожую на спейсер последовательность. Эта последовательность соответствует проникшему в клетку вирусу. Если Cas-9 узнаёт похожую последовательность, он её разрезает, тем самым спасая клетку. Схема работы защитной системы CRISPR-Cas-9 приведена на рис. 6.



Рис. 5. Структура CRISPR-системы (<https://biomolecula.ru/articles/prosto-o-slozhnom-crispr-cas>)

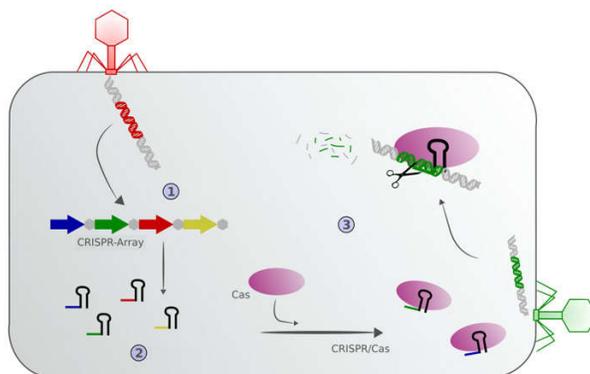


Рис. 6. Защитная система CRISPR-Cas-9 (<https://123ru.net/smi/antimrakobes-mirtesen/318769923/>)

В 2020 году Эммануэль Шарпантье и Дженнифер Дудна (рис. 7) получили Нобелевскую премию по химии за развитие метода «молекулярных ножниц» CRISPR/Cas-9. Суть метода в том, что белок Cas-9 программируется интересующей нас молекулой РНК, которая называется гидом. Эта молекула приводит «ножницы» к соответствующей последовательности ДНК, которая будет разрезана. На этом же методе основано геновое редактирование. Его технология состоит в том, что в клетку человека, которая не содержит Cas-9, за счёт генной модификации или путём прямой инъекции доставляют бактериальный белок, а также гидовую РНК. Если в клетке присутствует соответствующая мишень, «ножницы» её разрезают.



Рис. 7. Дженнифер Дудна и Эммануэль Шарпантье

(<https://polskieradio24.pl/397/7830/Artyku/1/2597176,Объявлены-лауреаты-Нобелевской-премии-в-области-химии>)

В 2021 г. китайско-американский биохимик Фэн Чжан (рис. 8) и американский генетик Джордж Чёрч (рис. 9) опубликовали статью о том, что если в клетку человека ввести биологические «ножницы», то можно осуществить направленные изменения генома. Так как у всех животных в клетках как минимум две копии каждой хромосомы, то если возникает разрыв, клетка может использовать вторую хромосому и на её основании достроить поврежденный участок – скопировать его в поврежденную хромосому. В этой ситуации клетку можно обмануть и подsunуть ей вместо второй хромосомы похожий фрагмент ДНК, но с мутацией. Тогда клетка починит разрыв, встроив в него то, что ей подsunули – так называемую матрицу. Описанный процесс проиллюстрирован на рис. 10.

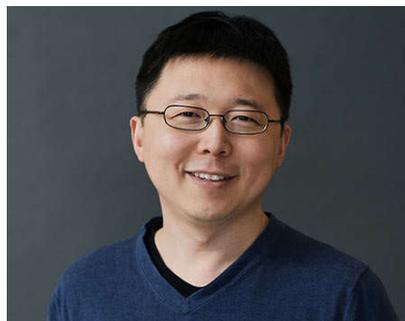


Рис. 8. Фэн Чжан

(<https://beamt.com/team/feng-zhang/>)



Рис. 9. Джордж Чёрч
(<https://prabook.com/web/george.church/793427>)

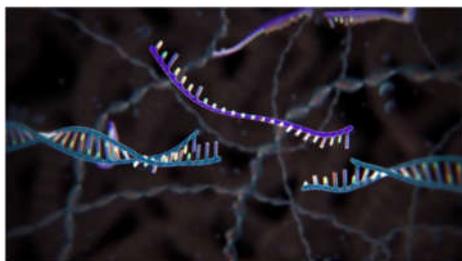
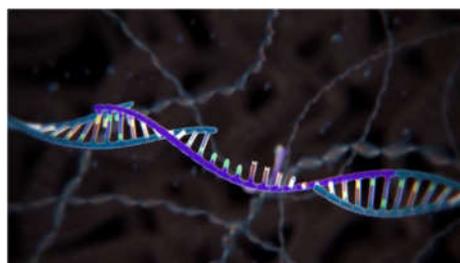
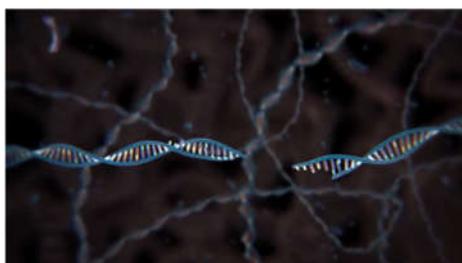


Рис. 10. Принцип редактирования ДНК

Применение CRISPR-Cas9

Что можно сделать с помощью CRISPR? Можно сломать, починить, заменить практически любой ген в геноме. Биологи любят ломать гены, чтобы выяснить, как они работают. Можно сделать хромосомную перестройку. Это очень важно для онкологии, где ряд заболеваний вызывают хромосомные перестройки.

1) Изменения в сельском хозяйстве.

CRISPR позволяет сделать сельскохозяйственные культуры более питательными, вкусными и устойчивыми к жаре и стрессу. Можно придать расте-

На следующем этапе данную технологию улучшили, лишив Cas-нуклеазу активности – сделали её не режущей, – и одновременно «пристегнули» к ней другие ферменты. В итоге она просто садится на строго определенный фрагмент ДНК и может его редактировать, не вызывая повреждений. Например, менять азотистые основания без внесения разрывов в ДНК, что очень важно для биомедицинских задач.

ниям и другие свойства: например, вырезать из арахиса ген аллергена, а в бананы внедрить устойчивость к смертельному грибку. Технологию можно применить и для редактирования генома домашних животных, например, коров.

2) Борьба с наследственными заболеваниями.

Ученые намерены использовать CRISPR, чтобы вырезать из человеческого генома мутации, ответственные за целый ряд заболеваний (рис. 11). Однако специалистам предстоит убедиться в

безопасности методики, прежде чем её начнут применять в больницах. Ферменты Cas-9 иногда ошибаются и редактируют ДНК в неожиданных местах, что может вызвать серьёзные последствия для здоровья.



Рис. 11. Работа медиков с глазными мутациями с использованием CRISPR-Cas-9 (https://indicator.ru/medicine/nasledstvennoe-zabolevanie-setchatki-vylechit-crispr-cas9-06-03-2020.htm?utm_source=inditw&utm_medium=social)

3) Новые антибиотики и противовирусные препараты.

Бактерии развивают устойчивость к антибиотикам, а разрабатывать новые дорого и сложно. Технология CRISPR даёт возможность с высокой точностью уничтожать определённые виды бактерий, хотя конкретную методику ещё предстоит разработать. Ряд исследователей также работает над CRISPR-системами, нацеленными на вирусы.

4) Генетический драйв.

С помощью CRISPR можно изменить не просто геном отдельного животного или растения, но и генофонд целого вида. Эта концепция известна как «генетический драйв». Обычно любой организм передает потомству половину своих генов. Однако использование CRISPR позволяет повысить вероятность передачи генов по наследству почти до 100%. Это позволит нужному признаку быстро распространиться по всей популяции.

Используя эту технологию, можно, например, модифицировать комаров (рис. 12) так, чтобы в их популяции рож-

дались только самки. Через какое-то время популяция исчезнет.

В более щадящем варианте можно сделать комаров устойчивыми к заражению малярийным плазмодием. Они не смогут передавать паразита людям, и малярии будет положен конец.



Рис. 12. Малярийный комар (<https://amp.theatlantic.com/amp/article/15886/>)

5) Создание «дизайнерских младенцев».

Этот пункт привлекает больше всего общественного внимания. Однако, по словам ученых, пока технические возможности не позволяют создавать детей с заданными качествами (рис. 12). Например, за уровень интеллекта отвечают тысячи генов, и скорректировать их все пока невозможно.

«Генетические ножницы» открывают множество перспектив. Учёные, придумавшие технологию CRISPR, положили начало новой эры развития наук о жизни.

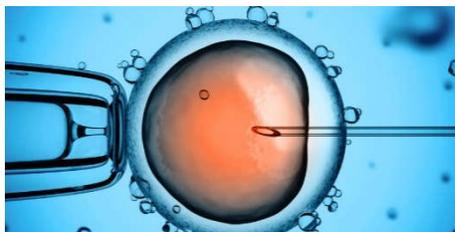


Рис. 12. Генетическая модификация эмбриона (<https://mobile.rssarticle.com/health/make-my-genes-betterthan-theirs>)



Скиба Егор Максимович

Учащийся 8 класса школы № 57 г. Москвы. Научный руководитель – Алексей Александрович Яковлев, педагог дополнительного образования в области биологии и экологии СЮН МДЮЦ ЭКТ, почётный работник города Москвы

Сравнение массово встречающихся видов жесткокрылых в разных природных зонах

Что могут рассказать насекомые о климате? Казалось бы, ничего: ведь говорить они не умеют. Но если внимательно присмотреться к их расселению, можно узнать об изменениях климата.

О глобальных изменениях климата слышали, наверное, все. Существует глобальная проблема водной и ветровой эрозии в степях нашей родины, уменьшение гумусового горизонта и засоление почв. О проблемах степей говорил ещё В.В. Докучаев в книге «Наши степи прежде и теперь» в 1892 году. Но климатические изменения только усиливаются. И эти изменения, безусловно, должны приводить к смещению границ природных зон. Южные виды должны расширять свои ареалы и продвигаться на север, или наоборот. Насекомые, как очень чувствительные к микроусловиям организмы, должны реагировать на

изменение климата. И я задался вопросом: привели ли нынешние изменения климата к изменению ареала насекомых?

Часть работы проводилась в степной и лесостепной зонах центра Европейской России: Воронежская область, село Посевкино (рис. 1), территория ГМЗ¹ «Куликово поле» (Зеленая дубрава) (рис. 2); часть – в зоне смешанных лесов и южной тайги: окрестности лесопарка «Лосиный остров» и пойма реки Дубна. Сравнение именно этих биотопов было выбрано не случайно. Все они лежат в разных природных зонах, а значит, и в разных климатических условиях (рис. 3).

¹ ГМЗ – Государственный музей-заповедник. Фактически территория делится на две части: окрестности музея и монумента, а также точки, в которых периодически проводят раскопки (ГМЗ), и остальная территория, на которой ведутся работы по восстановлению и сохранению девственных степей (ГПЗ – Государственный природный заповедник).



Рис. 1. Степь (точка Посевкино)



Рис. 2. Лесостепь (точка ГМЗ «Куликово поле»)



Рис. 3. Распределение точек сбора относительно природных зон

Сбор материалов в зоне смешанных лесов (поляны со злаками и разнотравьем рядом с берёзово-сосновым лесом в окрестности лесопарка «Лосиный остров») проводился в 2019 г., в центре степной зоны на остепенённых лугах в окрестностях села Посевкино Воронежской области – с 20 июля по 10 августа 2021 г. Кроме того, были переопределены по коллекционному материалу сборы экспедиций команды юных натуралистов «Гамма» 2007–2015 годов для двух точек: Севера степной зоны (на территории ГМЗ «Куликово поле»), отлов на участках с восстановленной ковыльной

степью и степным разнотравьем) и южной границы европейской тайги (пойма реки Дубна, сухие луга и просека ЛЭП у Елово-берёзового-соснового леса, 2013 г.)

Отлов материала везде производился ловчими барьерами Барбера. Как они устроены? В одном ряду ставится 10 стаканчиков в метре друг от друга. Они представляют из себя прямую линию, называемую «ловчим барьером». Сбор насекомых с ловчих барьеров проводится два раза в день, утром после ночного пролова и вечером.

При анализе климатических показа-

телей изученных участков было установлено, что изменения средней максимальной и минимальной температуры происходит очень плавно, что нельзя сказать

об осадках (табл. 1). Данные климатических показателей указывают на то, что климатические различия июля между точками слабые.

Табл. 1. Климатические характеристики участков в июле

	Дубна	Лосинный остров	Зеленая дубрава	Посевкино
Зона	южная тайга	смешанный лес	лесостепь	степь
Биотоп	вырубка у ЛЭП	опушка	луг	заливной луг, разнотравный луг
$T_{\text{макс}}, ^\circ\text{C}$	22	24	25	26
$T_{\text{мин}}, ^\circ\text{C}$	11	14	14	15
Осадки, мм	79	86	74	58



Рис. 4. Описание почвенного профиля

Климатические изменения в количестве осадков на точке Посевкино свидетельствует об изменении промывного режима и образования белоглазки (так называется сегрегационная форма карбонатных новообразований – белые карбонатные новообразования на разной глубине в почве). Несмотря на то, что степные и луговые ландшафты внешне очень похожи, условия на точках Дубна, Лосинный остров, ГПЗ «Куликово поле», Посевкино различны, о чём нам поведало «зеркало Земли» – почва (рис. 4). Даже степные участки оказались совершенно разными. В монолите села Посевкино на глубине 67–100 см прослеживаются вкрапления белоглазки (рис. 5), это говорит о том, что чернозёмы Воронеж-



Рис. 5. Вкрапления белоглазки

ской области сильно прогреваются и, возможно, идёт засоление. В чернозёмах лесостепи белоглазки не было, значит, при схожем количестве осадков вода испаряется медленнее. А в северных точках наблюдалась дерново-подзолистая почва, характеризующая активным про-

мывным режимом. Там вода испаряется очень плохо.

Для каждой точки был составлен список видов (табл. 2). Анализируя его, я выяснил, что самое большее количество схожих видов было замечено между точками Посевкино и Зеленая дубрава.

Табл. 2. Список видов, встреченных на каждой точке

Виды	семейство	Посевкино	Зеленая дубрава	Дубна	Лосиный остров
<i>Carabus granulatus</i>	<i>Carabidae</i>	+	+	+	+
<i>Cetonia aurata</i>	<i>Scarabaeidae</i>	+	+	+	+
<i>Platynus assimilis</i>	<i>Carabidae</i>	+	+	+	-
<i>Pterostichus melanarius</i>	<i>Carabidae</i>	+	+	+	-
<i>Carabus cancellatus</i>	<i>Carabidae</i>	+	+	-	-
<i>Carabus sibiricus</i>	<i>Carabidae</i>	+	+	-	-
<i>Dolichus halensis</i>	<i>Carabidae</i>	+	+	-	-
<i>Dorcadion holosericeum</i>	<i>Cerambycidae</i>	+	+	-	-
<i>Ophonus rufipes</i>	<i>Carabidae</i>	+	+	-	-
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	<i>Carabidae</i>	+	+	-	-
<i>Pterostichus mannerheimi</i>	<i>Carabidae</i>	+	+	-	-
<i>Silpha obscura</i>	<i>Silphidae</i>	+	+	-	-
<i>Agonum duftschmidi</i>	<i>Carabidae</i>	+	-	-	-
<i>Agonum piceum</i>	<i>Carabidae</i>	+	-	-	-
<i>Agonum thoreyi</i>	<i>Carabidae</i>	+	-	-	-
<i>Agonum versutum</i>	<i>Carabidae</i>	+	-	-	-
<i>Asaphidion flavipes</i>	<i>Carabidae</i>	+	-	-	-
<i>Badister peltatus</i>	<i>Carabidae</i>	+	-	-	-
<i>Badister unipustulatus</i>	<i>Carabidae</i>	+	-	-	-
<i>Bembidion biguttatum</i>	<i>Carabidae</i>	+	-	-	-
<i>Bembidion guttula</i>	<i>Carabidae</i>	+	-	-	-
<i>Bembidion inoptatum</i>	<i>Carabidae</i>	+	-	-	-

<i>Blaps halophila</i>	<i>Tenebrionidae</i>	+	-	-	-
<i>Calathus fuscipes</i>	<i>Carabidae</i>	+	-	-	-
<i>Carabus clathratus</i>	<i>Carabidae</i>	+	-	-	-
<i>Carabus convexus</i>	<i>Carabidae</i>	+	-	-	-
<i>Carabus excellens</i>	<i>Carabidae</i>	+	-	-	-
<i>Carabus marginalis</i>	<i>Carabidae</i>	+	-	-	-
<i>Carabus stscheglovi</i>	<i>Carabidae</i>	+	-	-	-
<i>Chlaenius nigricornis</i>	<i>Carabidae</i>	+	-	-	-
<i>Dorcadion equestre</i>	<i>Cerambycidae</i>	+	-	-	-
<i>Licinus depressus</i>	<i>Carabidae</i>	+	-	-	-
<i>Meloe proscarabaeus</i>	<i>Meloidae</i>	+	-	-	-
<i>Nicrophorus vestigator</i>	<i>Silphidae</i>	+	-	-	-
<i>Panagaeus bipustulatus</i>	<i>Carabidae</i>	+	-	-	-
<i>Panagaeus cruxmajor</i>	<i>Carabidae</i>	+	-	-	-
<i>Platynus longiventre</i>	<i>Carabidae</i>	+	-	-	-
<i>Pterostichus anthracinus</i>	<i>Carabidae</i>	+	-	-	-
<i>Pterostihus cupreus</i>	<i>Carabidae</i>	+	-	-	-
<i>Chrysolina fastuosa</i>	<i>Chrysomelidae</i>	-	+	+	+
<i>Galeruca tanaceti</i>	<i>Chrysomelidae</i>	-	+	+	+
<i>Geotrupes stercorarius</i>	<i>Scarabaeidae</i>	-	+	+	+
<i>Silpha carinata</i>	<i>Silphidae</i>	-	+	+	+
<i>Carabus nemoralis</i>	<i>Carabidae</i>	-	+	+	+
<i>Rhagium mordax</i>	<i>Cerambycidae</i>	-	+	+	-
<i>Agrypnus murinus</i>	<i>Elateridae</i>	-	+	-	-
<i>Amara aenea</i>	<i>Carabidae</i>	-	+	-	-
<i>Amara aulica</i>	<i>Carabidae</i>	-	+	-	-
<i>Amara ovata</i>	<i>Carabidae</i>	-	+	-	-
<i>Amphimallon solstitiale</i>	<i>Scarabaeidae</i>	-	+	-	-
<i>Anisoplia austriaca</i>	<i>Scarabaeidae</i>	-	+	-	-
<i>Athous niger</i>	<i>Elateridae</i>	-	+	-	-
<i>Cassida</i>	<i>Chrysomelidae</i>	-	+	-	-

<i>subreticulata</i>					
<i>Cassida panzeri</i>	<i>Chrysomelidae</i>	-	+	-	-
<i>Cleonis pigra</i>	<i>Curculionidae</i>	-	+	-	-
<i>Coptocephala unifasciata</i>	<i>Chrysomelidae</i>	-	+	-	-
<i>Cylindera germanica</i>	<i>Carabidae</i>	-	+	-	-
<i>Harpalus affinis</i>	<i>Carabidae</i>	-	+	-	-
<i>Harpalus rubripes</i>	<i>Carabidae</i>	-	+	-	-
<i>Leptinotarsa decemlineata</i>	<i>Chrysomelidae</i>	-	+	-	-
<i>Melolontha melolontha</i>	<i>Scarabaeidae</i>	-	+	-	-
<i>Nicrophorus fossor</i>	<i>Silphidae</i>	-	+	-	-
<i>Nicrophorus investigator</i>	<i>Silphidae</i>	-	+	-	-
<i>Nicrophorus vespillo</i>	<i>Silphidae</i>	-	+	-	-
<i>Opatrum sabulosum</i>	<i>Carabidae</i>	+	+	-	-
<i>Ophonus azureus</i>	<i>Carabidae</i>	+	+	-	-
<i>Ophonus griseus</i>	<i>Carabidae</i>	-	+	-	-
<i>Protaetia cuprea</i>	<i>Scarabaeidae</i>	-	+	-	-
<i>Pterostihus lepidus</i>	<i>Carabidae</i>	-	+	-	-
<i>Pterostihus niger</i>	<i>Carabidae</i>	-	+	-	-
<i>Trichius fasciatus</i>	<i>Scarabaeidae</i>	-	+	-	-
<i>Zabrus tenebrioides</i>	<i>Carabidae</i>	-	+	-	-
<i>Calosoma inquisitor</i>	<i>Carabidae</i>	-	+	-	-
<i>Calosoma investigator</i>	<i>Carabidae</i>	-	+	-	-
<i>Geotrupes stercorosus</i>	<i>Scarabaeidae</i>	-	-	+	+
<i>Agonum muelleri</i>	<i>Carabidae</i>	-	-	+	-
<i>Cychrus caraboides</i>	<i>Carabidae</i>	-	-	+	-
<i>Ostoma ferrugineum</i>	<i>Trogossitidae</i>	-	-	+	-
<i>Uloma culinaris</i>	<i>Tenebrionidae</i>	-	-	+	-

Сходство степных участков обусловлено только наличием чернозёмных почв. Степные точки различаются между

собой сильнее, чем точки лесной зоны. При анализе сходства участков видно, что по климатическим показателям лесо-

степь сходна с южной тайгой, а по фауне она похожа на степь.

Также я составил распределение представителей некоторых жизненных форм (рис. 6). Оно свидетельствует об

уменьшении разнообразия и численности жизненных форм Зоофагов Эпигеонтов ходящих с севера на юг и увеличении Зоофагов Стратобионтов-скважников подстильно-поверхностных с севера на юг.

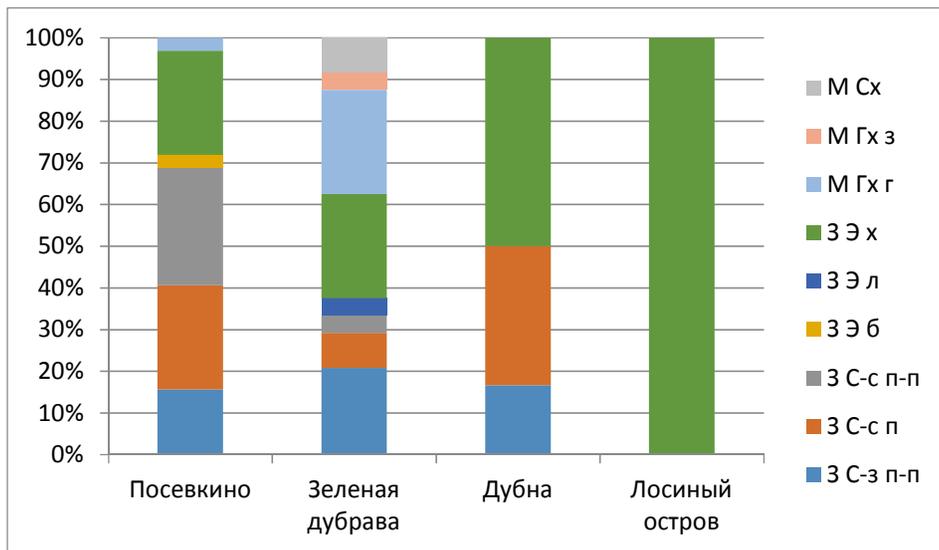


Рис. 6. Распределение жизненных форм *Carabidae* в точках исследования (М Сх – Миксофитофаги Стратохортобионты, М Гх з – Миксофитофаги Геохертобионты забродные, М Гх г – Миксофитофаги Геохертобионты гарпалоидные, З Э х – Зоофаги Эпигеобионты ходящие, З Э л – Зоофаги Эпигеобионты летающие, З Э б – Зоофаги Эпигеобионты бегающие, З С-с п-п – Зоофаги Стратобионты-скважники поверхностно-подстилочные, З С-с п – Зоофаги Стратобионты-скважники подстилочные, З С-з п-п – Зоофаги Стратобионты-зарывающиеся поверхностно-подстилочные)

На основе жизненных форм были составлены таблицы смены стадий², основываясь на видах *Carabus nemoralis* (Жужелица лесная), *Carabus granulatus* (Жужелица зернистая), *Blaps mortisaga* (Медляк степной) (табл. 3). Данные по *C. nemoralis* свидетельствуют, что изменение мест стадий происходит закономерно направленно. *C. granulatus* в лесо

степной зоне смещается в гидрофильные стадии. *B. mortisaga* появляется только в степной зоне и встречается в основном в ксерофильных³ стадиях.

Фауна наземных жесткокрылых очень разнообразна и меняется в каждом природном сообществе. Это происходит благодаря разной флоре и разным климатическим условиям в каждом из биотопов.

² Стадия – это микробиоценогенная точка, находящаяся в макроценозе. Например, маленькая опушка елового леса, по отношению к лесу она будет влажным участком, а сам лес – сухим.

³ Ксерофильная стадия – микробиоценогенная точка с низким увлажнением, основные примеры – это степи, пустыни и такыры.

Табл. 3. Зональные смены стадий

	Ксерофильные	Мезофильные	Гидрофильные
Тайга			
Смешан. л.			
Лесостепь			
Степь			

Carabus nemoralis

	Ксерофильные	Мезофильные	Гидрофильные
Тайга			
Смешан. л.			
Лесостепь			
Степь			

Carabus granulatus

	Ксерофильные	Мезофильные	Гидрофильные
Тайга			
Смешан. л.			
Лесостепь			
Степь			

Blaps mortisaga

Миграции видов не было замечено, что говорит о том, что климат и флора каждой точки практически не изменяются, южные и северные виды не мигрируют в зону оптимума. Этот вывод справедлив для изученных участков, находящихся в однородном ландшафте Русской равнины на относительно небольшом расстоянии. Конечно, в других условиях роль климата могла оказаться гораздо больше.

Все точки, кроме Лосинога острова, на котором наблюдается существенное антропогенное воздействие, пригодны для дальнейшего наблюдения.

Автор выражает огромную благодарность за помощь в работе своему научному руководителю Яковлеву Алексею Александровичу и глубокую признательность за ценные рекомендации доктору биологических наук, профессору Макарову Кириллу Владимировичу.

Литература

1. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. – М.: Сельхозгиз, 1953. – 152 с.
2. Душенков В.М., Макаров К.В. Летняя полевая практика по зоологии беспозвоночных: Учеб. пособие для студ. высш; пед. учеб. заведений. – М.: Изд. центр «Академия», 2000. – 256 с.
3. Козлов М.А., Олигер И.М. Школьный атлас – определитель беспозвоночных. – М.: Просвещение, 1991, с. 2–7.
4. Трошкова И.Ю., Трошков Н.Ю., Никитский Н.Б. Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) лесов Приокской террасы в Серпуховском районе Московской области. – <https://istina.msu.ru/publications/article/8920268/>.
5. Мамаев Б.М., Медведев Л.Н., Правдин Ф.Н. Определитель насекомых европейской части СССР. – М.: Просвещение, 1976. – 322 с.
6. Определители по фауне СССР, издаваемые Зоологическим институтом АН СССР, вып. 89. – М.–Л.: Наука, 1965. – 668 с.
7. Жуки (Coleoptera) и колеоптерологи. – <https://www.zin.ru/animalia/coleoptera/rus/index.html>.
8. Шарова И.Х. Жизненные формы жужелиц (Coleoptera, Carabidae). – М.: Наука, 1981.

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Сказка о Золотой Рыбке

Жил-был старик со старухой. У самого синего моря. Они жили в ветхой землянке, на краю села. Дорог в селе не было – грязь непролазная. Темнота по ночам – хоть глаз выколи. Бедность вокруг – страшная. Одним словом – жуть.

Бабка ши да кашу варила, пряла свою пряжу, бельишко стирала в корыте, которое совсем раскололась. А дед на печи лежал, всё научные журнальчики читал. Химию он больше всего на свете любил и много чего знал. Да толку-то!

Старуха часто ворчала: «Иди налови неводом рыбу».

Раз дед в море закинул невод, пришёл невод с одной рыбкой, маленькой такой, но – золотой.

Взмолилась Золотая Рыбка. Голосом молвит нечеловечим: проси мол, что хочешь, только отпусти меня в синее море.

Ей с поклоном старик отвечает: «Смилуйся, государыня Рыбка, не дают мне покоя гомологи проклятые. По ночам мне снятся – будто сидят они в каком-то гомологическом ряду, свойства хорошие у них и людям очень полезны. Хочу я этот волшебный ряд обрести, да чтоб много от него корысти было».

«Не печалься, – отвечает Рыбка. – Жди меня на берегу, будет тебе гомологический ряд».

Сидит дед у моря. Ждёт.

А Золотая Рыбка тем временем в пучину морскую нырнула и на совет позвала черепаху Тортиллу, что в болоте живёт, Водяного, что реками подземными правит, да Русалочку, что часто на берег выходит. Стали они совет держать: что за невидаль такая – этот ряд?

Черепаха Тортилла, самая мудрая, первая слово взяла: «Слыхала я, что на земле есть предельные углеводороды – алканами зовутся, в их молекулах есть только атомы водорода и углерода. Связаны они простой сигма-связью. Имеют общую формулу C_nH_{2n+2} . У меня в болоте четыре газообразных алкана живут: метан CH_4 , этан C_2H_6 , пропан C_3H_8 и бутан C_4H_{10} . Они легче воды, в ней почти не растворяются. От того меня всё время пучит. Пух да пух – алканы на свет божий рвутся. Так то они смиренные, инертные. Но вот по праздникам языческим шабаши устраивают, убегают куда-то. Там с другими алканами встречаются, в какой-то ряд выстраиваются, хороводы вместе водят, песни поют, да во всякие реакции играют: то замещения, то горения, то разложения. Братья они все. Одну группу CH_2 имеют. Обладают близкими химическими свойствами. А как в один ряд встанут, то не алканами, не предельными углеводородами зовутся, а гомологами. По-царски! Красиво!»

Продолжение см. на стр. 41



Медицина



Гоголева Майя Михайловна

Выпускница 11 класса АНО ОШ ЦПМ, г. Москва. Член-корреспондент Российского молодежного политехнического общества, действительный член Малой академии наук Республики Саха (Якутия). Лауреат конкурса проектных работ школьников «Гениальные мысли» XVI Всероссийской олимпиады «Нанотехнологии – прорыв в будущее!» (диплом II степени)

Оптимальная высота каблука

Веяния моды не всегда дружелюбны к нормальной человеческой анатомии и физиологии. Сколько проблем создавали женщинам корсеты в Средние века! А бинтование ступней, некогда популярное в Китае, и вовсе калечило ноги. Хорошо, что сейчас удобству одежды и обуви уделяется не меньшее внимание, чем их красоте.

Предлагаем вниманию читателя вывод оптимальной высоты каблука, проделанный на стыке наук – с привлечением данных медицины, законов физики и математических расчётов.

Каблуки с XVIII века – обязательный атрибут женского гардероба. Раньше от неудобной обуви страдали в основном женщины, поскольку львиную долю осложнений вызывают высокие каблуки-шпильки, ношение которых приводит к развитию поперечного плоскостопия, бурситам, невромам, деформациям и прочим осложнениям, но теперь в группу риска попадают и мужчины.

Модные кеды, лоуферы, мокасины без каблука тоже опасны для здоровья. В такой обуви не поддерживается продольный свод стопы, результат – плоскостопие, деформация мышц голени, варикоз нижних конечностей, хроническая венозная недостаточность.

К чему может привести ношение каблука и как выбрать идеальную высоту? Попробуем разобраться.

Физиология

Масштабное исследование, проведённое специалистами из университета Квинсленда (Австралия) под руководством доктора Нила Кронина, выявило следующие факторы опасности, которые непосредственно связаны с частым ношением обуви на высоком каблуке.

Во-первых, ходьба на высоких каблуках на 26 % увеличивает нагрузку на коленный сустав, что повышает риски появления остеоартроза.

Во-вторых, ношение туфель на высоких каблуках с острым носком может привести к пережатию нерва, проходя-



щего между головками плюсневых костей, что может способствовать появлению так называемой невралгии Мортона.

В-третьих, во время ношения туфель на высоких каблуках центр тяжести тела уходит вперед, что влечет за собой нарушение прямооты позвоночника.

В-четвертых, высокий каблук в сочетании с постоянным давлением жестких ремешков и задников туфель может способствовать появлению бурсита ахиллова сухожилия, так называемой деформации Хаглунда (воспаление суставной сумки, расположенной между ахилловым сухожилием и кожей).

Наконец, чем выше каблуки, тем сильнее напрягаются икроножные мышцы, от этого они деформируются и уплотняются.

Постоянное ношение туфель на высоких каблуках может необратимым

образом сказаться не только на строении ног, но и на всей системе кровообращения организма. Упомянутый доктор Нил Кронин убежден, что обувь на каблуках можно носить не чаще 2-3 раз в неделю, иначе есть риск заработать себе нехорошие симптомы в пожилом возрасте. Привычка постоянно носить шпильки может также привести к болевым ощущениям при смене обуви.

Ношение обуви на высоких каблуках даже на протяжении относительно короткого периода времени может оказывать серьезное влияние на организм. Ученые утверждают, что походка молодых женщин, которые носят каблуки больше 40 часов в неделю (даже когда они обувают обувь на низком каблуке), сильно отличается от походки женщин, которые не носят обувь на каблуках. В будущем высокие каблуки приводят к травмам и деформациям стопы.

Психология

С психологической точки зрения проблему рассмотрел Доктор Павловский из Вроцлавского университета (Польша). Он провёл исследование, в котором действовал около сотни добровольцев. Целью его было выяснить, каким человеку представляется идеальный силуэт ноги. Оказалось, что большинство участников эксперимента выбрали в качестве «идеальных ног» те, которые были визуально удлинены примерно на 5 %.

То, что каблуки визуально удлиняют ноги, знают все. Теперь у нас есть научное подтверждение того, что для большей части респондентов это действительно важно. Однако, тут главное знать меру, поскольку слишком длинные ноги были участниками исследования «забракваны».

Женщина на высоких каблуках становится выше, а значит – увереннее. Не случайно первой каблуки стала носить жена Генриха II Екатерина Медичи, чтобы перебороть комплекс перед высоким мужем.

Девушкам, привыкшим к высоким

каблукам, на поздних сроках беременности придётся от них отказаться. Так считает врач Хильда Хатчерсон, доктор медицинских наук, профессор акушерства и гинекологии Медицинского центра Колумбийского университета. Дело в том, что, во-первых, во время беременности центр тяжести смещается вперед, и суммарный эффект от ношения высоких каблуков (при котором центр тяжести также смещён) будет негативно сказываться на позвоночнике. Также во время беременности увеличивается вес тела, повышается риск вывихов, варикозного расширения вен и прочих неприятных симптомов. Высокий каблук может ускорить их появление.

По мнению врача-акушера Раисы Зябликовой, не стоит и переходить на обувь совсем без каблуков. Это может способствовать развитию плоскостопия и того же варикозного расширения вен. Как во всём, нужно придерживаться «золотой середины», носить обувь с каблук не выше 3-4 сантиметров.



Модельеры (например, Кристиан Лубутен) утверждают, что идеальный размер каблука – 11 см. В принципе, их

мнение понятно, но оно пристрастно и считаться объективным не может.

Влияние обуви с высоким каблуком на ступни

Обувь на высоком каблуке, несомненно, оказывает огромное влияние на ступни. Ношение такой обуви несёт вредное воздействие, которое в будущем может вылиться в постоянные боли или даже необходимость хирургического лечения. Со временем обувь на высоком каблуке или обувь с узким или заострённым носком может вызвать:

- Бурсит большого пальца стопы – костные наросты, которые появляются вокруг основания большого пальца и провоцируют его загибание в сторону других пальцев, что может вызывать болезненные ощущения.

- Мозоли – утолщение участка кожи, которое обычно появляется после длительного трения. Со временем мозоли могут вызывать боль, они часто появляются вместе с бурситом большого пальца стопы.

- Молотоподобный палец. Это состояние возникает, когда конец пальца, часто второго, загибается книзу из-за ношения тесной и неудобной обуви, что приводит к его деформации. Такое состояние можно исправить только с помощью медицинских приспособлений или хирургического вмешательства.

- Неврома Мортона – повреждение нервов в области плюсны, которое приводит к утолщению тканей, а далее к болям и онемению. Часто для снятия симптомов приходится прибегать к хирургии-

ческому вмешательству и удалять часть ткани.

- Шишка. Другое название этого состояния – деформация Хаглунда. Это костный нарост на пятке, который появляется в результате постоянного трения и давления твёрдого задника и ремешков обуви на высоком каблуке. Единственным способом излечить это состояние является хирургическая операция, с помощью которой удаляется лишняя костная ткань.

- Метатарзалгия – болезненное воспаление головок плюсневых костей стопы в результате постоянного давления на метатарзальные кости, которые расположены между пальцами и подъёмом стопы.

Ношение обуви на высоком каблуке повышает риск повреждения лодыжки: чем выше платформа или каблук, тем выше риск. Женщинам небольшого роста с короткими ногами и маленькими ступнями становится намного трудней ходить. При ходьбе в туфлях с высоким каблуком походка у них сильно меняется, в отличие от случаев, когда они носят обувь на плоском каблуке, поскольку благодаря каблукам их рост значительно увеличивается, следовательно, им приходится балансировать, что часто приводит к риску падения, а они, в свою очередь – к деформации, растяжениям и переломам лодыжки.

Влияние обуви с высоким каблуком на ноги и колени

Конечно, обувь на высоком каблуке зрительно удлинит ноги и улучшает их форму, но она может и провоцировать появление серьёзных проблем, которые вызывают затруднения при ходьбе, даже если вы наденете обувь на плоском каблуке.

- Ахиллово сухожилие. Ношение обуви на высоком каблуке вызывает значительное сокращение ахиллового сухожилия, что уже через относительно короткий период времени может вызвать проблемы с ходьбой, поскольку это сухожилие отвечает за амортизацию ступни.

Эту функцию принимают на себя мышцы голени, что может привести к травмам.

- Икроножные мышцы. Как и в случае с ахилловым сухожилием, ношение обуви на высоком каблуке вызывает сокращение камбаловидной и икроножной мышц. Со временем это может привести к ригидности¹ икроножных мышц, что будет вызывать боли при ношении обуви с высоким каблуком.

Влияние обуви с высоким каблуком на бёдра и позвоночник

Ношение обуви на высоком каблуке изменяет механику всего тела, в результате чего большей части тела нужно как-то балансировать для того, чтобы избежать падения. Несмотря на то, что выглядите вы, возможно, и хорошо, это состояние изменённой механики тела может спровоцировать деформацию бёдер и позвоночника. Высокие каблуки заставляют таз выдаваться вперёд, увеличивая поясничный изгиб и заставляя выпячиваться ягодицы. Это создаёт зна-

- Колени. Высокие каблуки значительно увеличивают давление на колени, в особенности на внутреннюю их часть, именно здесь чаще всего развивается остеоартрит у женщин. Одно из исследований показало, что из-за высоких каблуков давление на коленный сустав может увеличиваться на 26 %, что является значительным показателем, принимая во внимание нагрузку, которым уже подвержен коленный сустав.

чительное давление на поясничный отдел, что в будущем может привести к проблемам с позвоночником. Страдают также и бёдра, ведь икроножные мышцы при ношении обуви на высоких каблуках работают не так эффективно, как без неё, и поэтому некоторую часть нагрузки перенимают на себя бедренные мышцы. С течением времени это может вызывать повреждения мелкой мускулатуры вокруг бедренных суставов, которые отвечают за нормальную походку.

Физика каблука и стопы

Подойдём к этому вопросу с точки зрения физики и математического моделирования. Аналитическое описание напряжённого состояния свода стопы осуществим с позиции общих законов классической механики. Общеизвестно, что с точки зрения биомеханики опорно-двигательный аппарат человека рассматривается как сложнейший комплекс системы рычагов.

В целях упрощения кости стопы будем рассматривать как абсолютно жёсткую криволинейную балку на опорах. Задача решается на плоскости, поэтому наиболее подходящей базовой фигурой для разработки расчётной схемы явля-

ется рентгенограмма стопы на каблуках. Изображение (рис. 1) является подлинной рентгенограммой и находится в свободном доступе. Расчётная схема воздействия высоты каблука на свод стопы показана на том же рисунке.

Обозначим характерные точки системы «*a*», «*b*» и «*c*». Линия, соединяющая эти точки, образует свод стопы. Элемент балки «*ab*» представляет собой схематическое изображение пяточной кости, а элемент «*bc*» объединяет совокупность тарной, ладьевидной, латеральной, промежуточной клиновидной, медиальной клиновидной и плюсневых костей.

¹ Мышечная ригидность представляет собой повышенный тонус мышц, затрудняющий их подвижность.

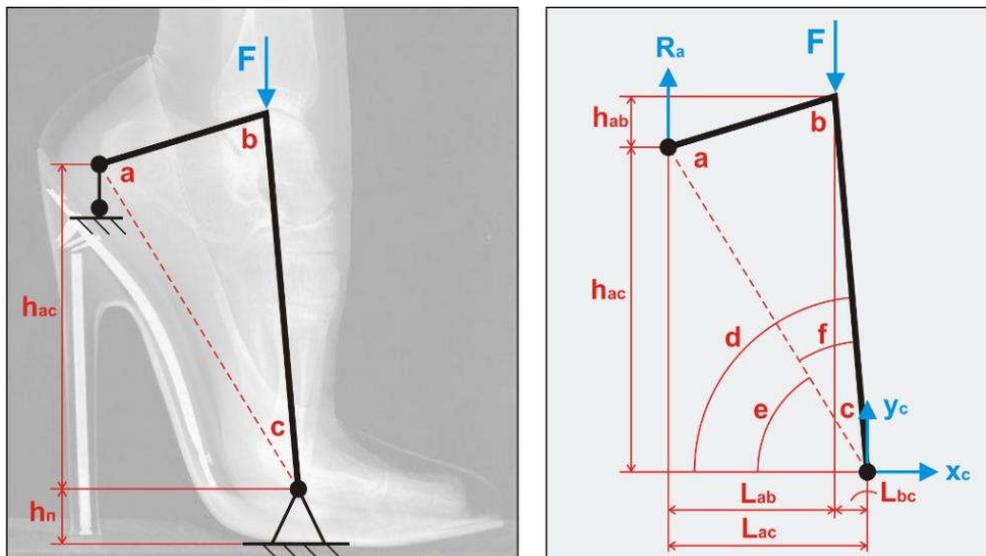


Рис. 1. Расчётная схема воздействия высоты каблука на свод стопы. Чёрным цветом обозначена балка и её опоры, красным – линейные размеры и углы, синим – сила давления на свод стопы и реакции опоры

Обозначим характерные точки системы «а», «b» и «с». Линия, соединяющая эти точки, образует свод стопы. Элемент балки «ab» представляет собой схематическое изображение пяточной кости, а элемент «bc» объединяет совокупность тарной, ладьевидной, латеральной, промежуточной клиновидной, медиальной клиновидной и плюсневых костей.

Далее обозначим места расположения опорных точек. На точку «с» установили шарнирно-неподвижную опору, так как конец плюсневой кости опирается на внутреннюю поверхность подошвы и может менять угол своего наклона относительно горизонтальной плоскости в зависимости от высоты каблука. На точку «а» установили шарнирно-подвижную опору. Это связано с тем, зона пятки находится в относительно свободном состоянии.

Абсолютная высота конструкции

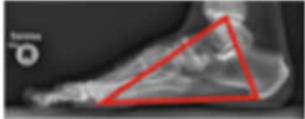
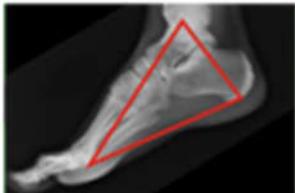
каблука «h» зависит от толщины подошвы обуви в нижней части опоры по следующей формуле:

$$h = h_{ac} + h_n \Rightarrow h_{ac} = h - h_n, (1)$$

где h – абсолютная высота конструкции каблука, которая является расстоянием от точки верхней опоры «а» до поверхности пола, м; h_{ac} – расстояние между верхней и нижней точками опоры, м; h_n – толщина подошвы обуви в нижней части опоры, м (см. рис. 1).

Угол «f» представляет собой угол, образующийся в своде стопы, и равен углу треугольника «acb». Во всех последующих расчётах угол «f» является постоянной величиной. Численное значение угла «f» рассчитано по рентгенограммам стопы (табл. 1). Величина угла «f», а также отношение расстояния «ac» к длине стопы измерены в графическом редакторе CorelDRAW.

Табл. 1. Расчёт угла «*f*», расстояний «*ac*» и «*bc*»

Рентгенограмма стопы 1	Угол « <i>f</i> »	Отношение расстояния « <i>ac</i> » к длине стопы	Отношение расстояния « <i>bc</i> » к длине стопы
	33,95 °	0,61	0,57
	31,74 °	0,58	0,55
	32,76 °	0,59	0,57
	33,37 °	0,60	0,59
Средние значения	32,96 °	$K_{ac} = 0,595$	$K_{bc} = 0,57$

Угол «*e*» образуется наклоном прямой «*ac*» относительно оси абсцисс и прямо пропорционально зависит от высоты каблука. Угол «*e*» находится по правилу прямоугольного треугольника из соотношения:

$$\sin e = h_{ac} / l_{ac}. \quad (2)$$

Угол «*d*» образуется наклоном прямой «*bc*» и также пропорционален изменению высоты каблука. Угол «*d*»

находится сложением углов «*e*» и «*f*». Численные значения длин отрезков «*ac*» (l_{ac}) и «*bc*» (l_{bc}) определяются умножением длины стопы на переводные коэффициенты, приведённые в табл. 1:

$$l_{ac} = l \cdot K_{ac}; \quad (3)$$

$$l_{bc} = l \cdot K_{bc}, \quad (4)$$

где l – длина стопы, м; K_{ac} , K_{bc} – коэффициенты, характеризующие отношения сторон треугольника к длине стопы.

Расстояния L_{ac} и L_{bc} рассчитываются по следующим формулам:

$$L_{ac} = l_{ac} \cdot \cos e; \quad (5)$$

$$L_{bc} = l_{bc} \cdot \cos d. \quad (6)$$

На криволинейную балку воздействует сила тяжести F , которая приложена в точке « b ». В первую очередь определяем численное значение силы тяжести F , которая количественно равна массе тела m , умноженной на ускорение свободного падения $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.

$$F = mg. \quad (7)$$

Все величины, используемые в математической модели, рассчитаны в системе СИ.

Под воздействием силы F в шарнирных опорах возникают силы реакции R_a , x_c и y_c (см. рис. 1). Для определения неизвестных величин записываем три уравнения статики (8–10). Для шарнирного соединения балка не может перемещаться горизонтально, поэтому сумма проекций всех сил на ось « x » будет равна нулю:

$$\sum F_x = 0; \quad x_c = 0; \quad (8)$$

$$\sum F_y = 0; \quad R_a - F + y_c = 0; \quad (9)$$

$$\sum M_c = 0; \quad FL_{bc} - R_a L_{ac} = 0. \quad (10)$$

Знаки аргументов уравнения (9) записаны по правилу знаков для проекции сил на ось, т. е. нагрузки, направление которых совпадает с положительным направлением оси « y », записываются положительными, и наоборот. В уравнении (10), согласно правилу знаков для моментов, сосредоточенные силы, стремящиеся повернуть балку против хода часовой стрелки относительно точки опоры балки, записываются положительными и наоборот.

Из выражения (10) определяем R_a :

$$FL_{bc} - R_a L_{ac} = 0 \Rightarrow R_a = FL_{bc} / L_{ac}. \quad (11)$$

Подставляем выражение (11) в уравнение (9) и находим проекцию силы реакции опоры на ось ординат y_c :

$$FL_{bc} / L_{ac} - F + y_c = 0 \Rightarrow \\ \Rightarrow y_c = F(1 - L_{bc} / L_{ac}). \quad (12)$$

Проверка расчётных формул (10–12) производится из условия $\sum M_n = 0$. Это означает, что сумма моментов всех сил, действующих на любую точку балки, будет равна нулю. Для проверки просуммируем моменты всех сил относительно точки « b ».

$$\sum M_b = 0; \quad -R_a(L_{ac} - L_{bc}) + y_c L_{bc} + x_c(h_{ac} + h_{ab}) = 0. \quad (13)$$

Вместо R_a и y_c подставляем уравнения (11) и (12).

$$-FL_{bc}(L_{ac} - L_{bc}) / L_{ac} + FL_{bc}(1 - L_{bc} / L_{ac}) + x_c(h_{ac} + h_{ab}) = 0. \quad (14)$$

После раскрытия скобки выражение (14) принимает вид:

$$-FL_{bc} - FL_{bc}^2 / L_{ac} + FL_{bc} - FL_{bc}^2 / L_{ac} + x_c(h_{ac} + h_{ab}) = 0. \quad (15)$$

В соответствии с уравнением (8) $x_c = 0$, поэтому выражение $x_c(h_{ac} + h_{ab})$ также равно нулю. Остальные члены уравнения имеют противоположные знаки и поэтому сокращаются. То есть сумма моментов всех сил относительно точки « b » равно нулю. На основании проведённых расчётов делаем вывод, что формулы (11) и (12) не имеют ошибок и правильно рассчитывают нагрузку, действующую на свод стопы. Результаты приведены на рис. 2.

С использованием этих данных было показано, что оптимальная высота каблука с точки зрения распределения внутренних усилий – не более 3 см. Кроме того, на нее влияет предполагаемое время ношения обуви.

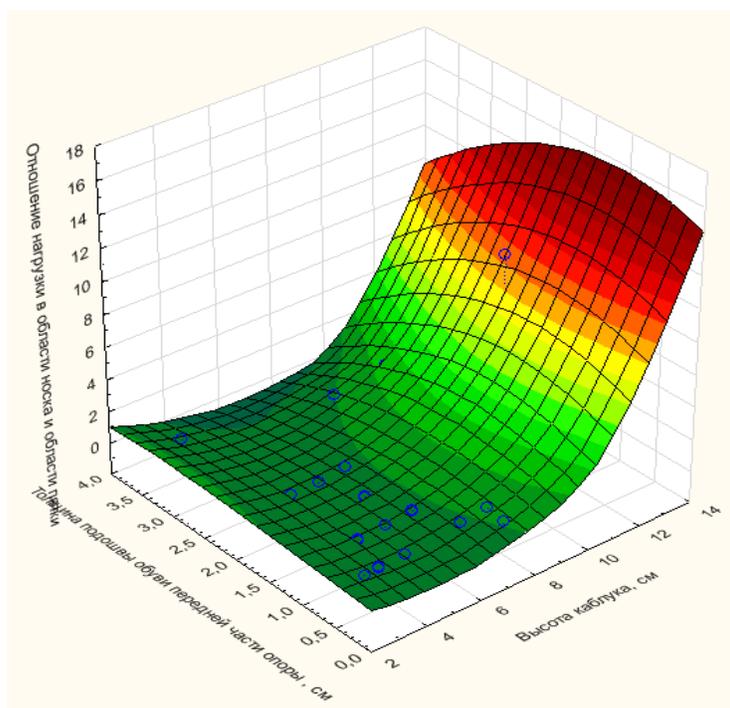


Рис. 2. Зависимость отношения нагрузки в области носка и области пятки от значения толщины подошвы обуви и высоты каблука

Что делать?

Можно свести потенциальный вред высоких каблуков к минимуму. Ограничьте ношение обуви на высоком каблуке до 2–3 раз в неделю. Если это невозможно, старайтесь снимать их настолько часто, насколько это возможно, например, сидя за столом. Когда вы сидите, попытайтесь чаще сгибать и разгибать ноги, так вы поможете икроножным мышцам оставаться в тонусе.

Отдайте предпочтение танкеткам, а не каблукам-шпилькам, ведь танкетка обеспечивает лучшую поддержку вашей ступни.

Обувь лучше покупать в конце дня,

ведь ступни немного отекают за день, поэтому они слегка увеличиваются в размерах. Это обеспечит вам более удобную посадку.

Естественно, обувь на высоком каблуке делает ваши ноги стройными и привлекательными. Однако при частом ношении она может провоцировать появление серьёзных проблем. Поэтому советуем вам одевать туфли на шпильках только по праздникам; отдайте предпочтение более комфортной обуви, которая обеспечит лучшую поддержку вашей ступни, что благоприятно отразится на всем теле.

Литература

1. Рукина Н.Т., Ежов М.Ю., Ежов Ю.И. Особенности распределения нагрузки на отделы стопы в различных биомеханических условиях. // Вестник Ивановской медицинской академии, 2012, № 3, с. 32–36.

2. Рышкова А.В., Шашкова О.Н. Исследование влияния обуви на опорно-двигательный аппарат человека. // Innova, 2018, № 2 (11), с. 25–27.

3. Барулина А.В. Изучение влияния высоты каблука учениц 8–11 классов школы на состояние опорно-двигательной системы. // Бюллетень медицинских интернет-конференций, 2015, № 6, с. 987.

4. Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. Медицинская и биологическая физика: учеб. по физике для студентов мед. вузов. – М.: Дрофа, 2012.

5. Кононов В.Н., Афонская Г.П., Прохоров В.А., Варламова Л.М., Герасимов А.А., Левин А.И., Кузьмин В.Р. Сопrotивление материалов. Примеры решения задач: учеб. Пособие – М.: Вузовская книга, 2013. – 396 с.

6. Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах: учеб. пособие для втузов. Т. I. Статика и кинематика. – М.: Наука, 1990. – 672 с.

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Сказка о Золотой Рыбке (продолжение)

Там с другими алканами встречаются, в какой-то ряд выстраиваются, хороводы вместе водят, песни поют, да во всякие реакции играют: то замещения, то горения, то разложения. Братья они все. Одну группу CH_2 имеют. Обладают близкими химическими свойствами. А как в один ряд встанут, то не алканами, не предельными углеводородами зовутся, а гомологами. По-царски! Красиво!»

Тут и Водяной кое-что вспомнил: у него в подводных реках, начиная с пентана, все алканы-жидкости живут, в нефти содержатся. Только вот ещё и твёрдые алканы есть. Но где водятся, он не знает.

«Я, я знаю! – закричала Русалочка. – Недавно забиралась я на горы прибрежные. Оттуда лучше видно, не заваялся ли где добрый молодец. Молодца не нашла – всех девки земные расхватили, а вот горный воск (природный битум) видала. Это твёрдые алканы. Старые русалки говорят, что твёрдые алканы тоже на шабаш ходят, а число углеродных атомов у них 16 и выше».

Прослушала все это Золотая Рыбка. Хвостиком вильнула, плавником шевельнула и из простых веществ по реакции



алканы и получила. В ряд выстроила по одной молекуле и отдала деду со словами: «Бери! Жизнь на земле улучшай! А я всегда тебе помогу. Технологиейми. Долг платежом красен!»

Воротился старик ко старухе. Рассказал ей великое чудо. Показал ей предельные углеводороды в гомологическом ряду. Богатство то какое!

Старика старуха забранила: «Дурачина ты, простофиля!..»

А старик тем временем волшебным рядом вовсю развлекается. Нефтехимическую промышленность в селе создает. Благо, ряд волшебным оказался. Дед в химии разбирался – знал, как чудесами управлять. В селе котельную установку поставил, алканы стал использовать в качестве топлива. Печи на дровах остались только на картинках. Вазелин люди стали использовать в медицине, парфюмерии, косметике. Вскоре и машины всякие появились. Смазочные масла – тут как тут. А в домах – холодильники. Хладагенты, опять же, из волшебного ряда пригодились.

Жизнь не стоит на месте. Алканы – основа получения разнообразных органических соединений, важное сырьё для получения пластмасс, каучука, синтетических волокон, мощных средств.

Село не узнать. Дороги, машины, тепло, да всё не перечислить! Одним словом – цивилизация!

Старуха успокоилась. Стала гордиться дедом и любить пуще прежнего.

А дед теперь – крутой!!! Ну как Стив Джобс или как Касперский. Живёт он, как и прежде, у синего моря, на вилле с бассейном. Журналчики научные читает, симпозиумы собирает, фундаментальную науку развивает. Чай, в мире столько глобальных задач – нужны новые технологии для их решения.

Не всё же на Золотую Рыбку полагаться!

Анастасия У.



Зарипов Артем Альбертович

*Студент 4 курса химического факультета МГУ,
преподаватель олимпиадной химии в СУНЦ МГУ*

Запоминание по методу Цицерона

Человеческая память – штука капризная. С древних времен люди пытаются изобрести методики, помогающие что-то запоминать. Знакомьтесь с опытом Марка Туллия Цицерона и используйте!

Чтобы овладеть запоминанием по методу Цицерона, необходимо всего несколько занятий. Именно поэтому данный метод имеет большое преимущество перед иными методами и техниками запоминания информации. В этом методе нет необходимости запоминания секретных техник или целого ряда ассоциаций. Им может овладеть любой человек.

Один из самых знаменитых государственных деятелей Римской империи Марк Туллий Цицерон, живший в 106–43 годах до нашей эры, прославился своим непревзойдённым ораторским талантом. При этом он обладал поразительной памятью, воспроизводя в своих речах множество дат, имен, фактов, исторических событий, не пользуясь при этом никакими записями. Сущность метода Цицерона заключается в запоминании информации о предметах и явлениях при их мысленном расставлении в том пространстве, которое является хорошо знакомым для человека. Цицерон разработал данную методику и использовал её, когда ему нужно было выступить пе-

ред публикой. Готовя речь, Цицерон делил её на части. Репетиция каждой из них проходила в разных помещениях его большого дома. Уже во время выступления он мысленно обходил все те комнаты, в которых была отточена та или иная часть его речи, и именно этот приём позволял ему вспомнить всё до мелочей.

Для того, чтобы использовать методику на практике, необходимо определить последовательность обхода пространства, которой выступающий будет придерживаться. То есть надо запомнить места, на которых будет размещаться определённая информация. Это значит, что важно подготовить так называемый «опорный» план распределения и обозначения мест. Как правило, достаточно придерживаться такого плана, заключив его в собственной голове. Необходимо в реальности пройти по выбранному пространству (комнате) и каждому предмету поставить в соответствие определённый тезис выступления или смысловой блок – именно так и делал Цицерон.

Связать между собой предметы и за-

помнить их именно так, как они расставлены, позволяет выстраивание ассоциативного ряда. К каждому конкретному предмету, находящемуся в комнате, можно прицепить слово. Если речь идёт о запоминании нескольких предметов, то их необходимо расположить в памяти в хорошо знакомом пространстве, а ход движения начать от входа (двери). Для рассмотрения возьмём список предметов и запомним их в заданной последовательности: календарь, штатив, полотенце, утюг, стакан, микрофон. Теперь пройдем по комнате, выбирая направление, например, по часовой стрелке, и мысленно отмечаем шесть предметов интерьера, за которые будем «цеплять» (то есть создавать ассоциации с ними) предметы из заданного списка: картина, стол, подоконник, манекен, подсвечник, бра.

Следующий шаг: связываем предметы из нашего списка интерьером комнаты, при этом без стеснения даём свободу своему воображению. Например:

на картине нарисовано дерево, и листья с его ветвей начинают опадать, превращаясь в листки отрывного календаря; ножки стола превращаются в штативы; подоконник вдруг превращается в полотенце; на манекене висит платье, и портной присаживает его с помощью утюга; подсвечник имеет форму стакана, и в нём горит свеча; бра на стене похоже на микрофон.

Теперь, чтобы воспроизвести список в заданной последовательности, достаточно мысленно пройти по знакомой комнате в определённом направлении. Когда воображаемый взгляд будет «падать» на предметы интерьера, будут возникать образы заданных слов.

Овладение рассматриваемой методикой предусматривает проведение всего нескольких тренировок, что является довольно удобным и важным её преимуществом, если сравнивать с иными существующими методами, направленными на запоминание.

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Калейдоскоп

V is Vanadium



Открытый в далеком 1801 году в Мексике элемент *панхромиум*, затем названный *эритронием* за цвет своих нагретых солей, был переоткрыт шведским химиком Н.Г. Сефстрёмом спустя почти что 30 лет. Тогда же он и получил название в честь древнескандинавской богини красоты Ванадис – **ванадий**. Однако только в 1869 году англичанин Г. Роско смог выделить этот прекрасный металл в виде простого вещества восстановлением хлорида водородом. Поразил его ванадий своей лёгкостью – он легче большинства переходных металлов и даже железа, хоть и тяжелее алюминия.

Удивляет 23-й элемент своими степенями окисления – начиная с -3 и -1 , ванадий реализует почти все положительные степени окисления, за исключением $+1$. Не менее разнообразна и химия его соединений: рН-зависимые равновесия в водных растворах ванадатов (V), поразительные восстановительные свойства V(II), который, к слову, способен вытеснить водород из воды и восстановить даже молекулярный азот до аммиака, значительная вариативность в образовании комплексов, множество кислородных соединений, включая оксиды переменного состава, пероксосоединения, оксокатионы ванадила (VO_2^+), ванадина (VO_2^+) и большое число оксоанионов.

Да, можно было бы до бесконечности описывать химию всевозможных соединений ванадия, однако, с моей точки зрения, более увлекательна его биологическая роль в живых организмах. Казалось бы, переходные металлы чаще всего вредят живой клетке, но ванадию есть чем удивить и в этом случае.

Продолжение см на стр.52



Олимпиады



Дубровский Андрей Викторович

Куратор 8 класса Московской городской олимпиады по химии. Окончил химический факультет МГУ в 2012 году, преподает химию в медицинских классах школы №1535 (г. Москва), лауреат конкурса «Учитель года г. Москвы – 2018»

Кубышев Сергей Сергеевич

Куратор 8 класса Московской городской олимпиады по химии. Кандидат химических наук. Почетный работник образования города Москвы, лауреат конкурса «Учитель года г. Москвы – 2016». Учитель химии ГБОУ школа № 1535 и ГБОУ Бауманская инженерная школа № 1580



Задания LXXVIII Московской городской олимпиады школьников по химии 2022 г. (8 класс)

Олимпиадные задания по химии для восьмиклассников – самые лёгкие, с точки зрения школьника, и самые сложные, с точки зрения автора задач. Авторам приходится потрудиться – ведь им нужно создать олимпиадный комплект на весьма ограниченном материале, который ребята успели изучить всего за полгода.

Задача 1

Изменение цвета – важнейший признак химической реакции, широко используемый в тест-системах, позволяющих обнаружить присутствие того или иного вещества. Предложите по одному примеру системы на каждый случай, описанный ниже, приведите формулу или название веществ **A** – **E**, укажите цвет каждого вещества или раствора.

Напишите три любых уравнения реакций.

1. Бесцветные кристаллы вещества **A** растворили в чистой воде. В результате образовался окрашенный раствор.

2. Бесцветные кристаллы вещества **B** внесли в бесцветный раствор вещества **C**. В результате образовался



окрашенный раствор.

3. Бесцветные кристаллы вещества **D** внесли в окрашенный раствор вещества **E**. В результате окраска конечного раствора поменялась.

4. Смешали два бесцветных раствора – вещества **F** и вещества **G**. В результате образовался жёлтый осадок.

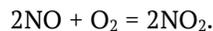
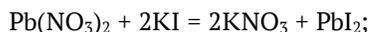
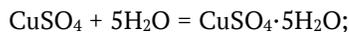
5. Смешали два бесцветных газа – **H** и **I**. В результате образовался окрашенный газ.

Примечание: в системах 1–3 нет других видимых признаков протекания реакции, таких как выпадение осадка или выделение газа. Вещества под разными буквами могут быть одинаковыми.

Решение:

Понятно, что правильных ответов много, это творческая и «утешительная» задача. Один из вариантов: **A** – безводный CuSO_4 , **B** – NaOH , **C** – фенолфта-

леин, **D** – NaOH , **E** – лакмус, **F** – $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, **G** – KI , **H** – NO , **I** – O_2 .



Результат сливания растворов $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ и KI



Безводный сульфат меди (слева) и кристаллогидрат (справа)

Каждое вещество или название – по 1 баллу (всего – 9 баллов). Каждая реакция – по 3 балла (не уравненная – 1 балл, максимум 9 баллов). По 0,5 балла за

каждый цвет (всего 5 неизвестных окрашенных веществ и растворов, за любые 4 в сумме 2 балла).

Задача 2

В научно-фантастическом романе Александра Беляева «Продавец воздуха» описано изобретение, позволяющее хранить большие объёмы воздуха в концентрированном виде при низких температурах:

«Бэйли открыл дверцы одного из шкафов и, выдвинув при помощи механизма ящик, показал содержимое: там

лежали блестящие шарики величиною с грецкий орех. <...> Я протянул руку, чтобы взять один из них, но не смог этого сделать.

– Они все сплавлены вместе, – ответил я. Бэйли рассмеялся.

– Сколько весит один кубический метр обыкновенного комнатного воздуха? – спросил он меня.



– Около килограмма.

– Килограмм с четвертью. А в этом шарике заключен один кубический километр воздуха. Не всякая лошадь свезёт воз, нагруженный одним таким шариком».

1. Могут ли эти шарики храниться при комнатной температуре? Что с ними произойдет? Какие условия являются подходящими для хранения таких шариков?

2. Что произойдёт, если такой шарик бросить в глубокое озеро?

3. Верно ли собеседники оценивают массу кубометра газообразного воздуха? Ответ обоснуйте при помощи расчётов, сделанных для нормальных условий.

4. На основании приведённых в тексте данных рассчитайте массу и среднюю плотность шариков, если предположить, что их средний объём – 25 мл.

5. Если предположить, что все величины, описанные в тексте, верны, какие из описанных в нём действий не могли бы произойти в любом случае?

Решение:

1. Конечно, раз компоненты воздуха газообразны при комнатной температуре, шарики не смогут быть настолько плотными и превратятся в газ (2 балла). Храниться они могут только при очень низких температурах (2 балла).

2. Озеро содержит жидкую воду с температурой выше 0 °С, это более чем на 100 градусов выше, чем закипают основные компоненты воздуха (кислород и азот), а при такой плотности шарик, очевидно, будет быстро тонуть. Это означает, что шарик будет соприкасаться с очень горячей для него средой и быстро испаряться, а поскольку вода – вязкая

среда, большому количеству появившихся газообразных продуктов будет некуда деваться и произойдёт взрыв. Подобные взрывы, кстати, описаны в других фрагментах цитируемой книги (2 балла за указание на взрыв, 2 балла за объяснение, почему это случится).

3. Средняя молярная масса воздуха – 29 г/моль, при этом в одном кубометре воздуха при н. у. содержится

$$v = 1000/22,4 = 44,64 \text{ моль газа.}$$

Тогда

$$m(1 \text{ м}^3) = 44,64 \cdot 29 = 1294 \text{ г,}$$

это чуть больше, чем «килограмм с четвертью», но в целом оценка произведена достаточно точно (верная оценка – 2 балла, расчёт – 2 балла).

4. $1 \text{ км}^3 = 10^9 \text{ м}^3$. Если принять, что 1 м^3 весит 1,25 кг, то один шарик имеет массу $1,25 \cdot 10^9$ кг или 1,25 млн тонн, а его плотность

$$d = 1,25 \cdot 10^9 / 0,025 = 50 \text{ млн тонн/л.}$$

Таким образом количество газа, заключённое в одном шарике, сопоставимо с годовым объёмом добычи природного газа в России, а плотность шарика на много порядков превышает плотность металлов (масса в правильных единицах – 2 балла, плотность – 2 балла).

5. Очевидно, при такой массе одного шарика **никакая** лошадь не смогла бы сдвинуть его с места. Кроме того, было бы затруднительно выдвинуть ящик с шариками из шкафа с помощью какого-либо механизма, поскольку даже самые мощные краны не способны перемещать грузы такой массы (каждый факт – 2 балла).

Задача 3

В начале XX века многие фонари были газовыми, при этом в одной из конструкций таких фонарей горючий газ, являющийся бинарным соединением А, молекула которого состоит из четырёх

атомов и который выделялся при постепенном добавлении воды к твёрдому бинарному соединению Б, а для начала свечения газ нужно было только поджечь. Известно, что полное сгорание



газа **A**, выделившегося при обработке водой 6,4 г вещества **B**, приводит к образованию только двух продуктов – 4,48 л (н. у.) углекислого газа и 1,8 г воды.

1. Определите формулы веществ **A** и **B**, напишите уравнения упомянутых в задании реакций. Ответ подтвердите расчётами.

2. Длительное использование такого фонаря в замкнутом пространстве опасно для жизни. Почему?

3. После окончания работы содержимое внутренней ёмкости фонаря перелили в химический стакан и добавили каплю раствора фенолфталеина. Как будет окрашено содержимое стакана после добавления индикатора и почему?

4. В настоящее время фонарь такой конструкции до сих пор используют спелеологи при исследовании пещер. Назовите два преимущества фонаря такой конструкции перед обычным, работающим от батареек.

Решение:

1. Так как при горении бинарного газа образовались только вода и углекислый газ, вещество **A** – углеводород, а так как он состоит из 4 атомов, это может быть только ацетилен. C_2H_2 – единственный вариант, который даёт перебор возможных формул. (2 балла).

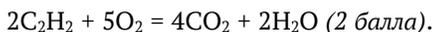
Найдём количества продуктов горения.

$$v(CO_2) = 4,48/22,4 = 0,2 \text{ моль};$$

$$v(H_2O) = 1,8/18 = 0,1 \text{ моль}$$

(по 1 баллу).

Уравнение горения ацетилена:



Таким образом, количество ацетилена – также 0,1 моль (1 балл).

Вещество **B** состоит из углерода и ещё какого-то элемента, причём количество атомов углерода в нём 0,1 моль. Предположим, что вещество **B** имеет общую формулу A_xC_y .

При $y = 1$

$$v(A_xC) = 0,2 \text{ моль},$$

$$M(A_xC) = 6,4/0,2 = 32 \text{ г/моль},$$

отсюда $M(A_x) = 20 \text{ г/моль}$ – только при $x = 1$ есть соответствие элементу неону (не подходит).

При $y = 2$

$$v(A_xC_2) = 0,1 \text{ моль},$$

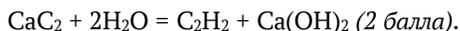
$$M(A_xC_2) = 6,4/0,1 = 64 \text{ г/моль},$$

отсюда $M(A_x) = 40 \text{ г/моль}$ – подходит Ca при $x = 1$, формула CaC_2 (5 баллов – с расчётом, 2 балла – без него).



Кусочки карбида кальция

Итак, **A** – ацетилен, **B** – карбид кальция.



Максимум за п. 1 – 14 баллов.

2. В замкнутом пространстве нельзя долго использовать любую горелку, так как она будет тратить кислород воздуха, а те, кто стоит рядом, начнут задыхаться (2 балла).

3. Так как оставшийся в ёмкости продукт гидролиза карбида кальция – это водный раствор гидроксида кальция, имеющий щелочную среду, фенолфталеин окрасится в малиновый цвет (2 балла).

4. Преимущества – очень яркое свечение и независимость от элементов питания / электронных компонентов, склонных к выведению из строя в сырости пещер (по 1 баллу).



Задача 4

Смешали некоторый объём кислорода, содержащий ровно $5,7792 \cdot 10^{24}$ электронов, и 39,2 л (при н. у.) газовой смеси, состоящей из угарного и углекислого газов общей массой 57,8 г, а затем подожгли. Полученный после окончания реакции газ пропустили в 353,5 г водного раствора гидроксида натрия, в котором на одну частицу, содержащую натрий, приходится 9 молекул воды. При этом образовался раствор соли, которую в чистом виде можно приобрести в большинстве продуктовых супермаркетов.

1. В результате каких процессов могла бы образоваться смесь угарного и углекислого газов?

2. Определите массу взятого при смешении кислорода.

3. Определите объёмные доли угарного и углекислого газов в смеси.

4. Что представляет собой газ после смешения и поджигания смеси? Рассчитайте его общее количество (в моль).

5. Определите массовую долю гидроксида натрия во взятом для поглощения газа растворе. Какая соль при этом образовалась? Приведите её тривиальное название и напишите уравнение реакции поглощения газа. Где применяется эта соль? Приведите примеры двух различных процессов с её использованием.

Решение:

1. Смесь угарного и углекислого газов могла образоваться при неполном сгорании топлива (0,5 балла).

2. Так как каждая молекула кислорода содержит 16 электронов, то

$$\begin{aligned} \nu(\text{O}_2) &= N/16N_A = \\ 5,7792 \cdot 10^{24}/16 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} &= 0,6 \text{ моль;} \\ m(\text{O}_2) &= 32 \cdot 0,6 = 19,2 \text{ г.} \end{aligned}$$

2,5 балла за пункт; если найдено только количество электронов – 1 балл, дошли до количества вещества кислорода – 2 балла.

3. Рассчитаем суммарное количество

вещества газов в смеси.

$$\nu(\text{сум}) = V/V_m = 39,2/22,4 = 1,75 \text{ моль.}$$

Так как молярная масса угарного газа 28 г/моль, а углекислого газа – 44 г/моль, то составим и решим систему:

$$\begin{cases} \nu(\text{CO}) + \nu(\text{CO}_2) = 1,75 \\ 28\nu(\text{CO}) + 44\nu(\text{CO}_2) = 57,8 \end{cases}$$

Отсюда $\nu(\text{CO}) = 1,2$ моль, $\nu(\text{CO}_2) = 0,55$ моль.

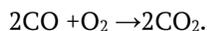
Так как объёмы газов в их смесях относятся так же, как их количества, то

$$\varphi(\text{CO}_2) = 0,55/1,75 \cdot 100\% = 31,4\%,$$

$$\varphi(\text{CO}) = 100 - 31,4 = 68,6\%.$$

Любым верным путём определили количества вещества газов – по 2 балла, всего до 4 баллов, за объёмные доли – 1 балл; всего 5 баллов за пункт.

4. При смешении кислорода и смеси оксидов происходит реакция



Так как $\nu(\text{CO}) = 1,2$ моль, $\nu(\text{O}_2) = 0,6$ моль, то вещества реагируют в соответствии с коэффициентами, избытков нет, кислород и угарный газ потратятся полностью, образуется 1,2 моль углекислого газа, всего будет $1,2 + 0,55 = 1,75$ моль углекислого газа.

За уравнение 1 балл, за определение состава газа 1 балл, за количество вещества 1 балл, всего 3 балла за пункт.

5. Так как

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = 9\nu(\text{NaOH}),$$

то масса водного раствора гидроксида натрия

$$\begin{aligned} m &= M(\text{NaOH})\nu(\text{NaOH}) + M(\text{H}_2\text{O})\nu(\text{H}_2\text{O}) \\ &= 40\nu(\text{NaOH}) + 18\nu(\text{H}_2\text{O}) = \\ &= 40\nu(\text{NaOH}) + 18 \cdot 9\nu(\text{NaOH}) = \\ &= 202\nu(\text{NaOH}) = 353,5 \text{ г.} \end{aligned}$$

Количество вещества гидроксида натрия, масса и массовая доля равны

$$v(\text{NaOH}) = 353,5/202 = 1,75 \text{ моль,}$$

$$m(\text{NaOH}) = 40 \cdot 1,75 = 70 \text{ г,}$$

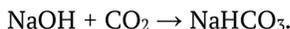
$$\omega(\text{NaOH}) = 70/353,5 \cdot 100 \% = 19,8 \%$$

За любой верный способ определения количества вещества щёлочи 3 балла, за массу щёлочи 1 балл, за массовую долю 1 балл, всего 5 баллов за расчёт.

Так как

$$v(\text{NaOH}) = v(\text{CO}_2) = 1,75 \text{ моль,}$$

то при пропускании газа через раствор щёлочи образуется гидрокарбонат натрия:



Выбор соли с обоснованием расчётом – 2 балла, без расчёта – 1 балл; за уравнение реакции 1 балл.

Пищевая сода применяется в химической, пищевой, лёгкой, медицинской, фармацевтической промышленности, цветной металлургии, в быту. Примеры

Где бы ты ни был, ты узнаешь ее из тысячи...



Узнаёте?¹

сфер применения: хлебопечение, приготовление напитков, средство для полоскания горла, чистка посуды, получение пенопластов, пожаротушение и т. д. (за название 1 балл, за каждый разумный процесс по 0,5 балла).

Задача 5

Твёрдое вещество **A** входит в состав зубной эмали и представляет собой безводную смешанную соль (содержит атомы одного металла и кислотные остатки двух различных кислот). При обработке образца вещества **A** строго рассчитанным количеством водного раствора серной кислоты при 220 °С сформировался осадок соли **B** массой 51 г, содержащий 23,53 % серы (по массе). При внесении небольшого количества **B** в бесцветное пламя окраска пламени меняется на кирпично-красную. Из оставшегося после растворения минерала **A** раствора методом вакуумной отгонки (метод позволяет собирать газы, хорошо растворимые в жидкостях) собрали газ **B**, разрушающий стеклянную посуду. Объём газа **B** после приведения к нормальным условиям составил 1680 мл,

также известно, что молекулы газа **B** в 10 раз тяжелее молекул водорода. После полной нейтрализации оставшегося в растворе вещества **Г** раствором гидроксида калия образовалось вещество **Д**. При прибавлении к полученному раствору вещества **Д** раствора нитрата серебра выпадает 94,275 г жёлтого осадка соли **Е**, состоящей из трёх элементов и растворимой в азотной кислоте.

1. Определите состав веществ **B** – **Е** и состав минерала **A**.

2. Приведите уравнения всех описанных химических реакций.

3. Для чего в промышленности может служить процесс растворения вещества **A** в серной кислоте? Какое значение для здоровья человека имеет схожий процесс?

¹ <https://cdn.fishki.net/upload/post/2022/04/11/4120050/3ea37bfe01fa5bce50cb64ac88377a24.jpg>

**Решение:**

Так как растворение минерала **A** проводили серной кислотой, то, очевидно, **B** – сульфат какого-то металла, разложение сульфата при температуре эксперимента маловероятно. В составе соли вряд ли может быть более трёх сульфат-анионов.

$$M(\mathbf{B}) = x(\text{S}) \cdot M(\text{S}) / \omega(\text{S}) = x(\text{S}) \cdot 32 / 0,2353 = 136x(\text{S}),$$

где $x(\text{S})$ – число атомов серы и число сульфат-анионов.

При $x(\text{S}) = 1$ $M(\mathbf{B}) = 136$ г/моль, 96 г/моль приходится на сульфат-анион, на металл приходится 40 г/моль, что соответствует сульфату кальция (совпадает со сведениями по окрашиванию пламени), при других значениях $x(\text{S})$ подобрать металл невозможно. То есть **B** – CaSO_4 , в состав **A** входили ионы кальция (за определение **B**, подтверждённое расчётом, 2 балла, только по описанию свойств – 1 балл).

$$v(\text{Ca}) = v(\text{CaSO}_4) = 51/136 = 0,375 \text{ моль} \\ (1 \text{ балл}).$$

Найдем молярную массу газа **B**.

$$M(\mathbf{B}) = 10 \cdot M(\text{H}_2) = 20 \text{ г/моль}.$$

Среди газов с молярной массой 20 г/моль разрушение стеклянной посуды вызывает только фтороводород:



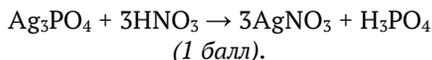
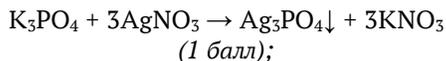
Следовательно, газ **B** – фтороводород, таким образом, в состав **A** входили фторид-анионы. (за определение **B**, подтверждённое расчётом, 2 балла, только по описанию свойств – 1 балл, за уравнение реакции 1 балл).

$$v(\text{F}) = v(\text{HF}) = 1,68/22,4 = 0,075 \text{ моль} \\ (1 \text{ балл}).$$

По описанию свойств осадок **E** – фосфат серебра (жёлтый, растворим в азотной кислоте) (1 балл).

Тогда **D** – фосфат калия (продукт

полной нейтрализации) (1 балл), **G** – фосфорная кислота (1 балл). Значит, в состав **A** входили фосфат-анионы.



Тогда

$$v(\text{Ag}_3\text{PO}_4) = v(\text{PO}_4) = 94,275/419 = 0,225 \text{ моль} \quad (1 \text{ балл}).$$

Определим состав минерала.

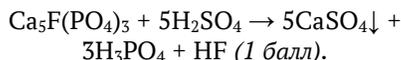
$$v(\text{Ca}) : v(\text{F}) : v(\text{PO}_4) = \\ 0,375 : 0,075 : 0,225 = 5 : 1 : 3.$$

Тогда состав минерала **A** $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$ – фторапатит. (Также правильны записи удвоенных формул $\text{Ca}_{10}\text{F}_2(\text{PO}_4)_6$ или $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$) (3 балла).



Образец фторапатита

Уравнение реакции растворения (допустимо на удвоенную формулу):



Растворение фторапатита в серной кислоте – основа экстракционного способа получения фосфорной кислоты в промышленности (принималось как способ получения сульфата кальция и фтороводорода) (1 балл).

Фторапатит – один из компонентов зубной эмали – разрушается под действием кислот, выделяемых микроорганизмами в ротовой полости, что является причиной развития кариеса (1 балл).



Задача 6

Различная окраска безводного хлорида кобальта (II) (голубой цвет) и его кристаллогидратов (цвет от сине-фиолетового до розового) может быть использована для создания тест-систем для определения влажности. Навеску безводного хлорида кобальта (II) массой 26 г залили 34 г горячей воды (70 °С). После охлаждения полученного раствора до 20 °С выпало 26,2 г розовых кристаллов одного из кристаллогидратов, а массовая доля соли в оставшемся растворе составила 34,6 %. Осадок отфильтровали, фильтрат разделили на две части. В одну из частей погрузили магниевую пластину заведомо избыточной массы. После окончания реакции пластину вынули, промыли холодной водой, высушили и взвесили. Оказалось, что масса увеличилась на 2,1 г по сравнению с изначальной.

1. Определите состав розового кристаллогидрата хлорида кобальта. Ответ подтвердите расчётами.

2. Какая масса магния прореагировала с первой частью фильтрата?

3. Какова масса второй части фильтрата?

4. В каком случае может быть применена тест-система для определения влажности?

Решение:

1. Количество вещества безводного хлорида кобальта

$$v(\text{CoCl}_2) = 26/130 = 0,2 \text{ моль (1 балл)}.$$

Масса приготовленного горячего раствора равна

$$m(\text{раствора}) = 26 + 34 = 60 \text{ г (1 балл)}.$$

После выпадения розовых кристаллов масса маточного раствора составляет

$$m(\text{фильтрата}) = 60 - 26,2 = 33,8 \text{ г (1 балл)}.$$

Масса хлорида кобальта в маточном растворе

$$m_{\text{ф}}(\text{CoCl}_2) = \omega(\text{CoCl}_2) \cdot m(\text{фильтрата}) =$$

$$0,346 \cdot 33,8 = 11,7 \text{ г (1 балл)}.$$

Количество вещества соли в фильтрате

$$v_{\text{ф}}(\text{CoCl}_2) = 11,7/130 = 0,09 \text{ моль (1 балл)},$$

тогда в осадке

$$v_{\text{ос}}(\text{CoCl}_2) = 0,2 - 0,09 = 0,11 \text{ моль (1 балл)}.$$

Масса соли в розовом осадке равна

$$m_{\text{ос}}(\text{CoCl}_2) = 0,11 \cdot 130 = 14,3 \text{ г (1 балл)}.$$

Масса кристаллизационной воды составляет

$$m_{\text{кр}}(\text{H}_2\text{O}) = 26,2 - 14,3 = 11,9 \text{ г (1 балл)}.$$

Количество кристаллизационной воды

$$v_{\text{кр}}(\text{H}_2\text{O}) = 11,9/18 = 0,66 \text{ моль (1 балл)}.$$

$$m_{\text{ос}}(\text{CoCl}_2) : v_{\text{кр}}(\text{H}_2\text{O}) = 0,11 : 0,66 = 1 : 6,$$

тогда состав кристаллогидрата розового цвета $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (1 балл).

Итого 10 баллов, любой другой подтверждённый расчётами путь нахождения верной формулы кристаллогидрата оценивается также 10 баллами. За ошибку в расчёте на каждой стадии расчёта не ставится соответствующий балл. За приведение формулы без расчётов – 1 балл.

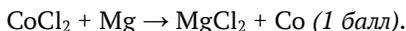


$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

2. Так как магний не реагирует с водой при комнатной температуре и является металлом более активным, чем кобальт (см. ряд напряжений металлов), то



при контакте магниевой пластины с частью раствора протекает реакция



Изменение массы пластины связано с разностью массы растворившегося магния и массы кобальта, осевшего на поверхности пластины. По уравнению реакции

$$v(\text{Mg}) = v(\text{Co}) = v_1(\text{CoCl}_2).$$

Тогда

$$\begin{aligned} \Delta m &= m(\text{Co}) - m(\text{Mg}) = \\ &= M(\text{Co})v(\text{Co}) - M(\text{Mg})v(\text{Mg}) = \\ &= 59v(\text{Mg}) - 24v(\text{Mg}) = 35v(\text{Mg}). \end{aligned}$$

По условию

$$\Delta m = 35v(\text{Mg}) = 2,1 \text{ г},$$

то есть

$$v(\text{Mg}) = v_1(\text{Co}) = 2,1/35 = 0,06 \text{ моль}$$

(3 балла за любое верное нахождение количеств вещества).

$$m(\text{Mg}) = 24 \cdot 0,06 = 1,44 \text{ г} \quad (1 \text{ балл}).$$

3. Так как суммарное количество вещества $v_{\text{ф}}(\text{CoCl}_2) = 0,09$ моль, а в реакцию с пластиной вошло $v_1(\text{CoCl}_2) = 0,06$ моль, то вторая часть раствора содержит

$$v_2(\text{CoCl}_2) = 0,09 - 0,06 = 0,03 \text{ моль} \quad (1 \text{ балл}),$$

что составляет $0,03/0,09 = 1/3$ от общего количества вещества хлорида кобальта (1 балл). Значит, и масса второй части фильтрата – это $1/3$ от общей массы (1 балл), что составляет $33,8/3 = 11,27$ г (1 балл).

Всего 4 балла за пункт, любое другое обоснованное нахождение верного ответа оценивается также в 4 балла.

4. Шкала влажности может быть использована в метеорологических измерениях, для определения выработки ресурса осушителей и др. (1 балл).

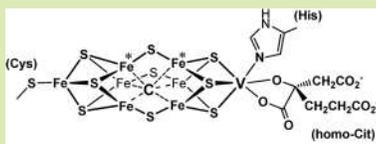
Калейдоскоп

Калейдоскоп

Калейдоскоп

V is Vanadium (продолжение)

Забавные и порой завораживающие морские животные асцидии, как известно многим образованным химикам и биологам, способны концентрировать в особых клетках **ванадоцитах**, как ни удивительно, ванадий! Это я уже не говорю о том, что некоторые виды накапливают ниобий и тантал (элементы группы ванадия). В ванадоцитах концентрация ванадия больше, чем в морской воде, в 100 млн раз и достигает значений 1 М! Принято считать, что ванадий в них входит в состав переносчика кислорода – **гемованадина**, однако это ошибочное суждение: ванадий на самом деле накапливается в особых внутриклеточных пузырьках, pH в которых поддерживается на уровне 2, в виде трёхвалентных положительных ионов. В эти же пузырьки активно закачивается серная кислота, необходимая для поддержания такой кислой среды. Накопленный ванадий способен выполнять защитную функцию при нападении хищника на асцидию и, более того, благодаря своим восстановительным свойствам использоваться при синтезе белково-полисахаридных покровов асцидий из **туницина**. Это ли не будоражит мозг!



Другой пример использования ванадия – это FeV-нитрогеназа, белок бактерий, осуществляющий восстановление молекулярного азота до аммиака. В ней ванадий входит в состав сложного комплекса, который необходим для создания нужного окислительно-восстановительного потенциала при передаче электронов на азот.

На этом роль ванадия в живых организмах не заканчивается (он, например, накапливается грибами рода *Amanita* в виде комплекса амаванадина как яд), но позволим любопытному читателю самостоятельно продолжать изучение свойств этого элемента, всё более поражаясь его исключительности.

Олег К.



Корнейчук Андрей Яковлевич

Учитель химии ГБОУ «Школа № 1535», сотрудник химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. Научные интересы – квантовая химия, квалитетрия, оценка качества образования, методика подготовки к олимпиадам по химии

Трубицын Евгений Александрович

Учитель химии и физики, руководитель методического объединения естественных наук ГБОУ «Школа № 218». Победитель Московской городской олимпиады «Учитель школы большого города» в 2018-2019 уч. году. Научные интересы – методика преподавания курсов химии и физики в школе при условии реализации их одним учителем



Задания LXXVIII Московской городской олимпиады школьников по химии 2022 г. (9 класс)

Девятиклассникам на «мосгоре» по химии предлагалось выбрать для решения пять задач из шести. Ответы во всех задачах необходимо подтверждать расчетами и рассуждениями. Каждая задача «стоит» 20 баллов.

Задача 1

Тёмные с фиолетово-красным оттенком кристаллы **A** массой 57,54 г нагрели (*реакция 1*), при этом потеря массы составила 21,00 г. При добавлении разбавленного раствора гидроксида калия к раствору, содержащему такую же массу **A**, образуется вещество **B**, и выделяется бесцветный газ **B** (*реакция 2*), окраска раствора при этом не меняется. Подкисленные серной кислотой растворы веществ **A** и **B** обесцвечиваются пероксидом водорода, что сопровождается выделением газа **Г** (*реакции 3 и 4*). Из продук-

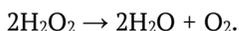
тов термического разложения вещества **B** (*реакция 5*), полученного из 57,54 г **A**, выделили нерастворимое в воде вещество **Д** массой 18,27 г и внесли его на продолжительное время в 1 л 4 % раствора пероксида водорода (плотность 1,013 г/см³). Масса первоначально полученной при этом смеси изменилась на 19,04 г (*реакция 6*). Если внести такую же массу вещества **Д** в 5 л 4 % раствора пероксида водорода, то изменение массы смеси составит 95,20 г.



Определите вещества **А** – **Д**, напишите уравнения реакций 1–6, приведите необходимые расчёты и рассуждения. Атомные массы элементов необходимо округлять до целых чисел.

Решение:

Так как масса смеси, полученной при смешении раствора пероксида водорода и нерастворившегося вещества, меняется, то, видимо, выделяется газ, и масса этой смеси уменьшается. Газ, скорее всего, является кислородом. Проверим это. Разложение пероксида водорода протекает в соответствии с реакцией:



Количество вещества кислорода, выделяющегося в первом случае, равно:

$$v(\text{O}_2) = 19,04 \text{ г} : 32 \text{ г/моль} = 0,595 \text{ моль}.$$

Масса и количество вещества пероксида водорода, содержащегося в 1 л раствора:

$$m(\text{H}_2\text{O}_2) = 1000 \text{ мл} \square 1,013 \text{ г/мл} \square 0,04 \approx 40,52 \text{ г};$$

$$v(\text{H}_2\text{O}_2) = 40,52 \text{ г} : 34 \text{ г/моль} \approx 1,19 \text{ моль}.$$

Количество вещества кислорода в два раза меньше количества пероксида водорода, следовательно, наша догадка, что происходит разложение пероксида водорода с выделением кислорода, верна. Заметим также, что пероксид разложился полностью.

Массы выделяющегося газа отличаются в 5 раз ($95,2 : 19,04 = 5 : 1$) для двух разных объёмов раствора пероксида водорода, также отличающихся в 5 раз. Это наводит на мысль о том, что количество кислорода не зависит от количества внесённого нерастворимого вещества, т. е. оно является катализатором.

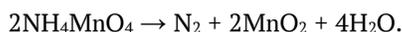
Так как пероксид водорода разлагается в присутствии в том числе диоксида марганца, и с учетом других данных (тёмный цвет **А**, выделение газа **Г** при

Зашифрованные вещества:

А	Б	В	Г	Д
NH_4MnO_4	KMnO_4	NH_3	O_2	MnO_2

взаимодействии пероксида водорода с подкисленными растворами **А** и **Б**, разложение **А** и **Б** при нагревании), то можно сделать вывод, что в задаче идёт речь о веществах, содержащих перманганат-анион. Тогда газ **Г** – это кислород.

Если бесцветный газ **В** выделяется при добавлении к **А** гидроксида калия, то разумно предположить, что этим газом является аммиак, тогда **А** – это перманганат аммония NH_4MnO_4 . Проверим это с помощью расчёта. При нагревании перманганата аммония образуются азот, диоксид марганца и вода:



Количества веществ перманганата аммония и диоксида марганца равны:

$$v(\text{NH}_4\text{MnO}_4) = 57,54 \text{ г} : 137 \text{ г/моль} = 0,42 \text{ моль};$$

$$v(\text{MnO}_2) = v(\text{NH}_4\text{MnO}_4) = 0,42 \text{ моль}.$$

Тогда масса диоксида марганца равна:

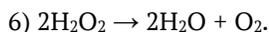
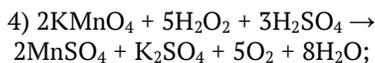
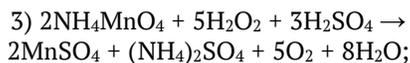
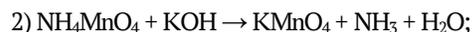
$$m(\text{MnO}_2) = 0,42 \text{ моль} \square 87 \text{ г/моль} = 36,54 \text{ г}.$$

Разница масс перманганата аммония и диоксида марганца равна:

$$m(\text{NH}_4\text{MnO}_4) - m(\text{MnO}_2) = 57,54 \text{ г} - 36,54 \text{ г} = 21,00 \text{ г}.$$

Это соответствует условию задачи, значит, наше предположение, что **А** – перманганат аммония, верно. Тогда **Б** – перманганат калия.

Реакции, упоминаемые в тексте задачи:





Критерии оценивания:

Догадка о том, что в реакции б выделяется кислород – 2 балла.

Подтверждающий это расчёт – 2 балла.

Догадка о катализе – 2 балла.

Расчет, подтверждающий, что А –

перманганат аммония – 2 балла.

Вещества А, Б, В, Г, Д – по 1 баллу, суммарно – 5 баллов.

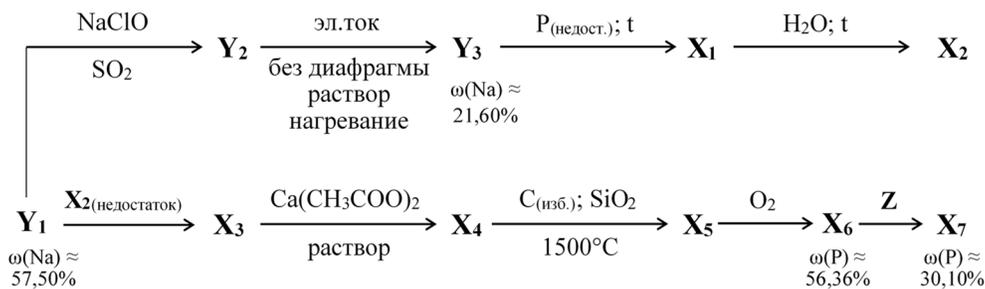
Реакции 1, 2, 5, 6 – по 1,5 балла, суммарно – 6 баллов.

Реакции 3, 4 – по 0,5 балла, суммарно – 1 балл.

Задача 2

Определите все зашифрованные вещества, напишите их формулы (для записи веществ молекулярного строения необходимо использовать молекулярные

формулы), а также напишите уравнения реакций, соответствующих цепочке превращений:



Изобразите структуру симметричной молекулы неустойчивого вещества X7. В молекуле X7 есть шести- и четырёхчленные циклы атомов.

Дополнительно известно, что:

1) Вещества X1 – X7 содержат фосфор.

2) Вещества Y1 – Y3 содержат натрий.

3) При проведении электролиза без диафрагмы продукты электролиза могут реагировать между собой в растворе.

4) Токсичное вещество Z содержится в небольших количествах в высших слоях атмосферы, имеет большое значение для жизни на Земле.

Атомные массы элементов необходимо округлять до целых чисел, для хлора атомную массу необходимо принять равной 35,5.

Решение:

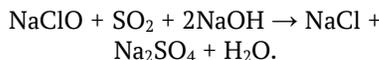
Начнем с идентификации вещества Y1. Пусть в формульной единице этого вещества содержится один атом

натрия, тогда молярная масса Y1 равна:

$$M(\text{Y}_1) = 23 \text{ г/моль} : 0,5750 = 40 \text{ г/моль.}$$

Тогда, возможно, Y1 – это гидроксид натрия NaOH.

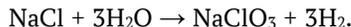
Гидроксид натрия создаёт щелочную среду при протекании превращения Y1 → Y2:



Вещество Y2 – это хлорид натрия, при проведении электролиза водного горячего раствора без диафрагмы образуется хлорат натрия NaClO3 (Y3), что можно проверить расчётом массовой доли натрия:

$$\omega(\text{Na}) = 23 : (23 + 35,5 + 48) \cdot 100\% \approx 21,60\%.$$

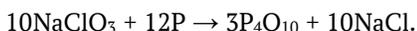
Уравнение реакции превращения Y2 → Y3:



С недостатком фосфора хлорат натрия реагирует с образованием оксида



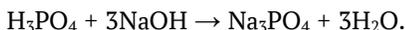
фосфора (V):



Оксид фосфора (V) – это вещество **X**₁, которое реагирует с горячей водой, превращаясь в ортофосфорную кислоту (**X**₂):



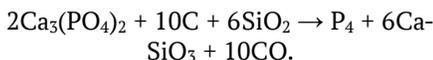
Ортофосфорная кислота реагирует с гидроксидом натрия (**Y**₁) с образованием ортофосфата натрия Na_3PO_4 (**X**₃), так как кислота берётся в недостатке:



Ортофосфат натрия вступает в реакцию ионного обмена с растворимым ацетатом кальция, при этом выпадает осадок ортофосфата кальция (**X**₄):



Из ортофосфата кальция получают фосфор при взаимодействии с углём и диоксидом кремния:



При взаимодействии фосфора с кислородом могут образовываться либо оксид фосфора (III), либо смешанные оксиды P_4O_7 – P_4O_9 , либо оксид фосфора (V). Найдем отношение атомов фосфора и кислорода в веществе **X**₆.

Пусть масса **X**₆ равна 100 г, тогда:

$$m(\text{P}) = 100 \text{ г} \cdot 0,5636 = 56,36 \text{ г};$$

$$m(\text{O}) = 100 \text{ г} - 56,36 \text{ г} = 43,64 \text{ г};$$

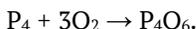
$$v(\text{P}) = 56,36 \text{ г} : 31 \text{ г/моль} \approx 1,82 \text{ моль};$$

$$v(\text{O}) = 43,64 \text{ г} : 16 \text{ г/моль} \approx 2,73 \text{ моль}.$$

Отношение количества атомов фосфора и кислорода равно

$$1,82 : 2,73 = 1 : 1,5 = 4 : 6,$$

следовательно, **X**₆ – оксид фосфора (III) P_4O_6 . Он образуется в ходе реакции:



Проведём аналогичный расчёт для нахождения формулы вещества **X**₇. Пусть масса **X**₇ равна 100 г, тогда:

$$m(\text{P}) = 100 \text{ г} \cdot 0,3010 = 30,10 \text{ г};$$

$$m(\text{O}) = 100 \text{ г} - 30,10 \text{ г} = 69,90 \text{ г};$$

$$v(\text{P}) = 30,10 \text{ г} : 31 \text{ г/моль} \approx 0,97 \text{ моль};$$

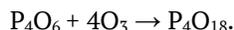
$$v(\text{O}) = 69,90 \text{ г} : 16 \text{ г/моль} \approx 4,37 \text{ моль}.$$

Отношение количества атомов фосфора и кислорода равно

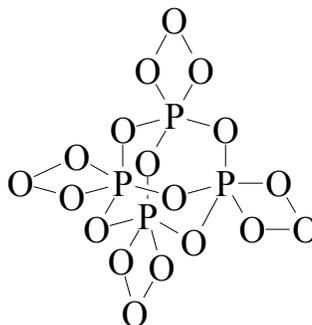
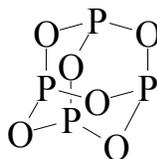
$$0,97 : 4,37 = 1 : 4,5 = 2 : 9 = 4 : 18,$$

следовательно, **X**₇ – P_4O_{18} .

Вещество P_4O_{18} неустойчиво, значит, оно должно образовываться при воздействии на P_4O_6 активного вещества (**Z**). При этом в ходе реакции количества атомов кислорода, приходящихся на один атом фосфора, сильно увеличивается. Также про **Z** известно, что оно токсично, содержится в небольших количествах в атмосфере и играет большую роль для жизни на Земле. Все это говорит о том, что веществом **Z** является озон O_3 . Реакция образования P_4O_{18} :



Молекула P_4O_{18} неустойчива, значит, в ней есть какой-то неустойчивый фрагмент, например, несколько атомов кислорода, соединённых между собой. Вещество P_4O_{18} образуется из P_4O_6 , в молекуле которого у каждого атома фосфора есть возможность образовать ещё две связи. Структуры P_4O_6 (для сравнения) и P_4O_{18} приведены ниже:



Критерии оценивания:

Вывод формулы Y_1 ($NaOH$) – 1 балл, без вывода – 0 баллов.

Вывод формулы Y_3 ($NaClO_3$) – 1 балл, без вывода – 0 баллов.

Реакции (9 штук) – по 1 баллу, суммарно – 9 баллов.

Вывод формулы X_6 (P_4O_6) – 0,5 балла, без вывода – 0 баллов.

Вывод формулы X_7 (P_4O_{18}) – 0,5 балла, без вывода – 0 баллов.

Формулы веществ X_1 (P_4O_{10}), X_2

(H_3PO_4), X_3 (Na_3PO_4), X_4 ($Ca_5(PO_4)_2$), X_5 (P_4) Y_2 ($NaCl$), Z (O_3) – по 1 баллу, суммарно – 7 баллов.

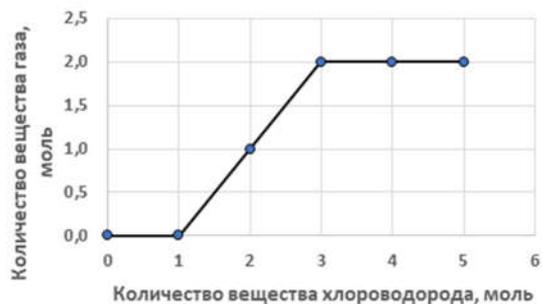
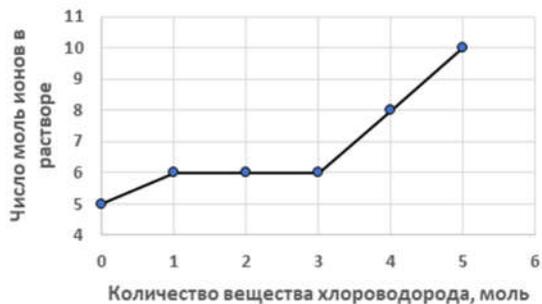
Структура P_4O_{18} – 1 балл.

Если участник использовал простейшие формулы для веществ молекулярного строения, а не молекулярные, то за это ставили половину баллов. За реакции с использованием простейших формул в этом случае дополнительно не снижали баллы.

Задача 3

Навеску вещества **A** (один моль) растворили в воде. Через полученный раствор постепенно пропускали газообразный хлороводород. При этом из раствора интенсивно выделялся бесцветный газ **Г** тяжелее воздуха. Графики зависимости количества веществ выделившегося газа и общего числа ионов в растворе от количества вещества пропущенного в раствор хлороводорода приведены. Дополнительно известно, что при добавлении к такому же объёму раствора вещества **A**

небольшого избытка хлорида кальция выпадает 100 г белого безводного осадка **Б**, растворимого в сильных кислотах. Если же добавить небольшой избыток известковой воды, то выпадет 200 г такого же осадка. Раствор вещества **A** окрашивает пламя в жёлтый цвет и может быть использован как моющее средство, а растворенная навеска вещества **A** имеет массу 226 г. В состав вещества **A** входят три типа ионов.





1) Определите формулы веществ **А**, **Б**, **Г**, ответ обоснуйте.

2) Объясните ход графиков при добавлении 3–5 моль хлороводорода.

3) Напишите уравнения протекающих реакций.

4) Как называется минерал, основным компонентом которого является вещество **А**?

Атомные массы элементов необходимо округлять до целых чисел.

Решение:

1) Так как раствор вещества **А** окрашивает пламя в жёлтый цвет, то **А** содержит натрий.

Интенсивное выделение газа при добавлении хлороводорода (сильной кислоты) может навести на мысль о том, что

в состав **А** входят либо карбонат-анионы, либо гидрокарбонат-анионы. Об этом же свидетельствует выпадение осадка, способного растворяться в кислотах, при добавлении растворов, содержащих катионы кальция. Тогда **Б** – карбонат кальция CaCO_3 , а **Г** – углекислый газ CO_2 . Также в пользу содержания карбонат- или гидрокарбонат-анионов говорит упоминание о моющем действии раствора вещества **А**.

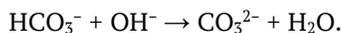
Чтобы сделать вывод о составе **А**, рассмотрим процессы взаимодействия карбоната натрия и гидрокарбоната натрия с соляной кислотой, когда каждого из реагентов берется по 1 моль, причём будем анализировать полные ионные виды уравнений реакций, т. к. один из графиков показывает общее количество ионов:

Реакция	Изменение числа ионов в растворе при добавлении HCl	Количество вещества выделяющегося CO_2
$\text{Na}^+ + \text{HCO}_3^- + \text{H}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$	0 моль	+1 моль
$2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-$	+1 моль	0 моль

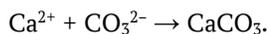
Изменение числа моль ионов в растворе рассматривается относительно исходного раствора, т. е. без учета ионов, образующихся при диссоциации хлороводорода!

Если при добавлении первого моль хлороводорода газ не выделяется, а количество ионов увеличивается на 1 моль, значит, в растворе вещества **А** содержится 1 моль карбонат-анионов CO_3^{2-} , которые превращаются в 1 моль гидрокарбонат-анионов HCO_3^- . Если бы больше гидрокарбонат-анионов HCO_3^- в растворе не было, то углекислого газа выделялось бы тоже 1 моль. Но, т. к. его выделяется 2 моль, то можно сделать вывод, что изначально в растворе **А**, кроме 1 моль карбонат-анионов CO_3^{2-} , содержится 1 моль гидрокарбонат-анионов HCO_3^- . Тогда на 1 моль карбонат-анионов CO_3^{2-} и на 1 моль гидрокарбонат-анионов HCO_3^- содержится 3 моль кати-

онов натрия, чтобы раствор был электро нейтральным, и в нём содержалось суммарно 5 моль ионов (см. первый график). В пользу этой идеи говорят данные о том, что в растворе содержится три типа ионов. Также подтверждают эти выводы массы выпадающего карбоната кальция: в первом случае выпадает 1 моль карбоната кальция (100 г), а во втором в два раза больше, т. к. при добавлении известковой воды сначала происходит отрыв катионов водорода от 1 моль гидрокарбонат-анионов:



Это приводит к увеличению количества вещества карбонат-анионов CO_3^{2-} до 2 моль, а, следовательно, и увеличению массы карбоната кальция в два раза (до 200 г):



Получается, что в 1 моль вещества **А**



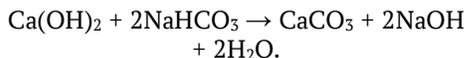
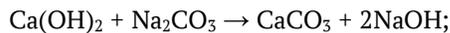
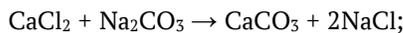
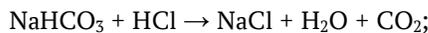
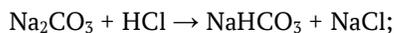
содержится 3 моль катионов натрия, 1 моль гидрокарбонат-анионов и 1 моль карбонат-анионов. Возможно, формула вещества **A** – это $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3$. Проверим это, рассчитав молярные массы. Молярная масса $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3$ составляет 190 г/моль. Молярную массу **A** можно рассчитать по данным о массе навески и количестве вещества:

$$M(\text{A}) = m(\text{A}) : \nu(\text{A}) = 226 \text{ г} : 1 \text{ моль} = 226 \text{ г/моль.}$$

Несложно заметить, что разница значений молярных масс **A** и $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3$ составляет 36 г/моль, что соответствует двум молекулам воды. Следовательно, вещество **A** имеет формулу $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

2) Ход графиков при добавлении 3–5 моль хлороводорода объясняется следующим образом. Количество ионов увеличивается на 2 моль на каждый моль добавленного хлороводорода, т. к. ионы в растворе образуются только за счёт диссоциации хлороводорода. Количество выделившегося углекислого газа не меняется, т. к. при добавлении 3 моль хлороводорода все карбонат- и гидрокарбонат-анионы полностью реагируют с катионами водорода.

3) Уравнения реакций:



4) $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ является основным компонентом минерала «трона» или «египетская соль», который встречается в природе в виде кристаллических корок или пластинчатых кристаллов с дефектами.

Критерии оценивания:

Вывод о содержании в веществе **A** катионов натрия – 1 балл.

Вывод о наличии карбонат- или гидрокарбонат-анионов – 1 балл.

Идентификация **B** и **Г** – по 2 балла, суммарно – 4 балла.

Вывод формулы кристаллогидрата – 3 балла.

Ход графиков после пропускания 3 моль хлороводорода – 2 балла.

Уравнения реакций – по 1,5 балла, суммарно – 7,5 баллов.

Любое верное название минерала – 1,5 балла.

Задача 4

Огромные достижения синтетической органической химии в период с 1830-х гг. поддерживали предположения, что подобная обширная химия может базироваться и на элементе **X**. Бинарные вещества **A**₁ – **A**₃, образованные **X**, имеют одинаковый качественный состав, бурно реагируют с кислородом. Наиболее термически устойчивым является газ **A**₁, который получают обработкой бинарного соединения **B**₁ ($\omega(\text{X}) = 36,84\%$) водным раствором серной кислоты (реакция 1).

Для получения газа **A**₂ сначала газ **A**₁ обрабатывают иодоводородом в присутствии каталитических количеств йодида алюминия, при этом основным

продуктом реакции являются жидкость **Ж** ($\omega(\text{X}) = 17,72\%$) и лёгкий газ **Л** (реакция 2). Затем вещество **Ж** обрабатывают амальгамой натрия (реакция 3) и получают газ **A**₂.

Для получения жидкости **A**₃ бинарное соединение **B**₂ ($\omega(\text{X}) = 22,83\%$) обрабатывают избытком гидрида натрия (реакция 4).

Разложением **A**₁ (реакция 5) получают сверхчистое простое вещество **П**, образованное элементом **X**, которое имеет широкое применение в электронике.

1) Определите все зашифрованные вещества и запишите уравнения реакций 1–5. Ответ подтвердите расчётом.



2) Как называются вещества $A_1 - A_3$? Приведите их структурные формулы.

3) Вещества $A_1 - A_3$ легко воспламеняются на воздухе. Напишите уравнение реакции сгорания одного из веществ $A_1 - A_3$ в избытке кислорода.

Решение:

Органическая химия базируется на углероде, тогда, вероятнее всего, X принадлежит подгруппе IVA. Широкое применение X в электронике указывает на кремний. Тогда соединения $B_1 - \text{Э}Si_n$. Составим уравнение:

$$0,3684 = \frac{28n}{M(\text{Э}) + 28n}$$

Отсюда $M(\text{Э}) = 12n$, при $n = 2$ получаем $B_1 - Mg_2Si$.

Следовательно, в задаче речь идёт о силанах, газ L – скорее всего, H_2 . Тогда $Ж$, вероятнее всего – SiH_3I . Проверим:

$$\omega(Si) = 28/158 = 0,1772.$$

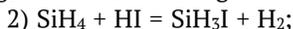
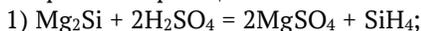
При обработке натрием соединения $Ж$ будет образовываться дисилан Si_2H_6 (A_2). Продолжаем цепочку соединений A : вероятнее всего, $A_3 - Si_3H_8$, тогда B_2 – галогенопроизводное Si_3Hal_8 , тогда

$$M(Hal) = 28 \cdot 3 \cdot 0,7717 / (0,2283 \cdot 8) = 35,5 \text{ г/моль},$$

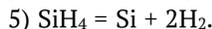
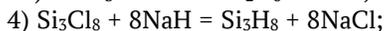
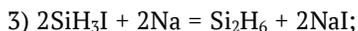
что соответствует хлору.

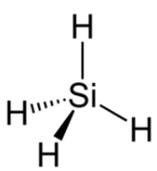
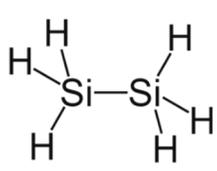
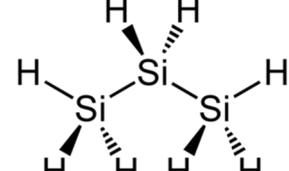
X, Π	A_1	A_2	A_3	B_1	B_2	L	$Ж$
Si	SiH_4	Si_2H_6	Si_3H_8	Mg_2Si	Si_3Cl_8	H_2	SiH_3I

Уравнения реакций:



Структуры и названия $A_1 - A_3$:

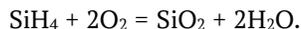


A_1	A_2	A_3
		
силан	дисилан	трисилан



Реакция силицида магния с водой и воспламенение выделяющегося силана (фото В.В. Загорского)

Уравнение сгорания силана:



Критерии оценивания:

За каждое вещество – 1 балл, вещества $B_1, B_2, Ж$ без расчёта – 0 баллов. Суммарно – 8 баллов.

За каждое уравнение реакций 1–5 – 1 балл. Суммарно – 5 баллов.

За каждую структуру $A_1 - A_3$ – 1 балл, название – 1 балл. Суммарно – 6 баллов.

За уравнение сгорания любого силана – 1 балл.



Задача 5

Уран представляет собой стратегически важный металл химического производства ввиду широкого применения в ядерной энергетике.

Самыми распространёнными изотопами урана являются уран-238 и уран-235. Именно изотоп-235 имеет широкое применение.

1) Каково процентное содержание изотопа ^{235}U в природном уране, имеющем относительную молекулярную массу 238,0289, если точные значения относительных атомных масс ^{238}U и ^{235}U соответственно равны 238,0508 и 235,0439 (содержанием других изотопов можно пренебречь).

В природе уран в основном встречается в минерале **X**. Один из способов выделения необходимого изотопа урана включает следующие этапы. Вещество **X** смешивают с серой и подвергают обжигу в токе кислорода (реакция 1). Образовавшаяся хорошо растворимую соль **Y** вымывают из образовавшейся смеси продуктов. Из стехиометрической смеси (1 : 3) **X** и серы массой 46,9 г теоретически можно получить 54,9 г соли **Y**. Дальнейшее концентрирование и восстановление соли **Y** даёт бинарное вещество **Z** ($\omega(\text{U}) = 88,15\%$), имеющее такой же качественный состав, что и минерал **X**. Затем вещество **Z** обрабатывают фтороводородом и восстанавливают магнием (реакции 2, 3). Образовавшийся уран сжигают в избытке фтора (реакция 4). Полученную смесь фторидов изотопов урана разделяют центрифугированием. При сжигании урана в токе кислорода образуется вещество **X**, а увеличение массы составляет 17,93 %.

2) Определите вещества **X**, **Y** и **Z**. Ответ подтвердите расчётом. Запишите уравнения реакций 1–4. Как называется соль **Y**?

3) Запишите уравнения реакций α -распада урана-238 и урана-235.

Решение:

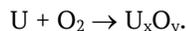
1) Расчёт процентного содержания

урана-235:

$$238,0508(1 - x) + 235,0439x = 238,0289.$$

$$\text{Отсюда } x = 0,0073 = 0,73\%.$$

2) Вывод **X**:



$$\omega(\text{U}) = 100/117,93 = 0,848,$$

тогда $\omega(\text{O}) = 0,152$.

$$x : y = (84,8/238) : (15,2/16) = 3 : 8.$$

Тогда **X** – U_3O_8 . Следовательно, **Z** – UO_2 ($\omega(\text{U}) = 88,15\%$).

Вывод **Y**:



$$3x \cdot 32 + 842x = 46,9,$$

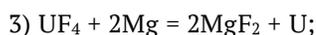
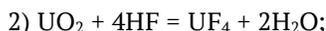
отсюда $x = 0,05$ моль, тогда $\nu(\text{S}) = 0,15$ моль, $\nu(\text{U}) = 0,15$ моль, и

$$m(\text{O в Y}) = 54,9 - 32 \cdot 0,15 - 238 \cdot 0,15 = 14,4 \text{ г},$$

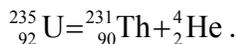
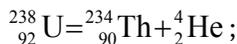
тогда $\nu(\text{O}) = 0,9$ моль.

Следовательно, **Y** – USO_6 или UO_2SO_4 – сульфат уранила.

Уравнения химических реакций:



Уравнения α -распада:



Критерии оценивания:

Расчёт процентного содержания урана-235 – 3 балла.

Вывод формул **X**, **Y**, **Z** – по 2 балла (без расчёта – 0 баллов). Суммарно – 6 баллов.

Название соли **Y** – 1 балл.

Уравнения химических реакций – по 2 балла. Суммарно – 8 баллов.

Уравнения α -распада – по 1 баллу. Суммарно – 2 балла.



Задача 6

Вещество **T** представляет собой дымящую на воздухе жидкость, широко используемую в органическом синтезе. При растворении 595 мг **T** в 100 мл горячей воды образуется 0,364 %-ный раствор сильной одноосновной кислоты **K** ($\rho \approx 1$ г/мл, $C(\text{H}^+) = 0,1$ моль/л) и выделяется 320 мг газа **Г**, обладающего резким запахом и обесцвечивающего бромную воду.

1) Определите вещества **T**, **K**, **Г**. Ответ подтвердите расчётом (изменением

объёма раствора при растворении газа можно пренебречь.

2) Запишите уравнение реакции растворения вещества **T** в воде.

Помимо органического синтеза, вещество **T** применяется для обезвоживания кристаллогидратов. При обезвоживании 15,99 г кристаллогидрата хлорида хрома (III) необходимым количеством **T** образуется смесь газов **K** и **Г** объёмом 24,192 л (н. у.).



Кристаллогидрат хлорида хрома (III) (слева) и безводный CrCl_3 (справа)

3) Рассчитайте формулу кристаллогидрата. Запишите соответствующее уравнение реакции. Почему безводный хлорид хрома (III) не получается при нагревании соответствующего кристаллогидрата? Предложите способ синтеза безводного хлорида хрома (III) из оксида хрома (III).

4) Рассчитайте теплоту образования **T** (кДж/моль), если $Q_f(\text{K}) = 92,3$ кДж/моль, $Q_f(\text{Г}) = 296,9$ кДж/моль, $Q_f(\text{H}_2\text{O}) = 286,3$ кДж/моль, а тепловой эффект реакции взаимодействия 595 мг **T** со стехиометрическим количеством воды равен $-260,5$ Дж.

Решение:

1) Газ **Г** с резким запахом и обесцвечивающий бромную воду – SO_2 .

$m(\text{p-ра}) = 100 + 0,595 - 0,32 = 100,275$ г, тогда

$$v(\text{H}^+) = 0,1 \cdot 0,1 = 0,01 \text{ моль};$$

$$M(\text{K}) = 100,275 \cdot 0,00364 / 0,01 = 36,5 \text{ г/моль},$$

следовательно, **K** – HCl .

$$v(\text{SO}_2) = 0,32 / 64 = 0,005 \text{ моль};$$

$$v(\text{HCl}) = 0,01 \text{ моль};$$

$$v(\text{SO}_2) : v(\text{HCl}) = 1 : 2.$$

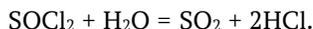
Проверка **T** на содержание кислорода:

$$m(\text{O в T}) = 0,595 - 32 \cdot 0,005 - 0,01 \cdot 35,5 = 0,08 \text{ г};$$

$$v(\text{O в T}) = 0,005 \text{ моль},$$

следовательно, **T** – SOCl_2 .

2) Уравнение растворения **T** в воде:



3) Рассчитаем формулу кристаллогидрата.



$$v(\text{SO}_2 + \text{HCl}) = 24,192/22,4 = 1,08 \text{ моль};$$

$$v(\text{SO}_2) : v(\text{HCl}) = 1 : 2;$$

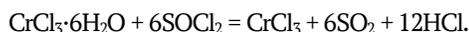
$$v(\text{SO}_2) = 1,08/3 = 0,36 \text{ моль}.$$

Тогда

$$M(\text{CrCl}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = 15,99n/0,36 = 44,417n \text{ г/моль};$$

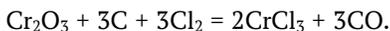
$$158,5 + 18n = 44,417n,$$

отсюда $n = 6$. Кристаллогидрат – **CrCl₃·6H₂O**.

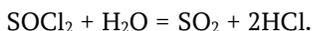


Безводный хлорид хрома (III) не получается при нагревании кристаллогидрата из-за гидролиза Cr^{3+} . Образуются основные соли.

Получение CrCl_3 из Cr_2O_3 :



4) Взаимодействие Т с водой:



$$Q_r = -260,5/0,005 = -52,1 \text{ кДж/моль};$$

$$-52,1 = Q_f(\text{SO}_2) + 2 \cdot Q_f(\text{HCl}) - Q_f(\text{H}_2\text{O}) - Q_f(\text{SOCl}_2);$$

$$Q_f(\text{SOCl}_2) = 296,9 + 2 \cdot 92,3 - 286,3 + 52,1 = 247,3 \text{ кДж/моль}.$$

Критерии оценивания:

Определение формул **Г, К, Т** – по 2 балла (вещества **К, Т** без расчёта – 0 баллов).

Уравнение реакции SOCl_2 с водой – 2 балла.

Расчёт формулы кристаллогидрата – 4 балла (без расчёта – 1 балл).

Уравнение реакции SOCl_2 с кристаллогидратом – 2 балла.

Указание на гидролиз Cr^{3+} – 1 балл.

Реакция получения CrCl_3 из Cr_2O_3 – 2 балла.

Расчёт теплоты образования SOCl_2 – 3 балла (без расчёта – 0 баллов).

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Рений

Несмотря на то что этот элемент является последним открытым из стабильных элементов, его соединения множество раз становились первыми полученными представителями необычных классов соединений. Речь идёт о рении, необычайно интересном, но крайне рассеянном и дорогом металле. Существование этого элемента предсказал еще Д.И. Менделеев, а назвал его он тримарганец. Свое нынешнее название элемент берет от реки Рейн, которая протекает в Германии. Но чем же так интересен этот элемент?

Например, анион $[\text{Re}_2\text{Cl}_8]^{2-}$ стал первым примером частицы, содержащей четвертную связь металл-металл. Голубые кристаллы соединения, содержащего этот анион, можно получить при взаимодействии перрената с фосфорноватистой кислотой.

Циклопентадиенильный комплекс Cp_2ReH стал первым соединением, в котором при помощи ЯМР была обнаружена связь переходный металл – водород. Позже были получены десятки соединений с похожим строением.

Но не только этим интересен данный металл. Например, мало кто знает, что высший оксид Re_2O_7 летуч, поэтому рений используют для создания самоочищающихся электрических контактов. Соли, соответствующие высшему оксиду (перренаты), в отличие от аналогичных солей марганца, практически не проявляют окислительных свойств. Основное же применение соединения рения нашли в качестве катализаторов риформинга нефти.

Мне очень нравится этот элемент, потому что, несмотря на столь позднее время его открытия, он успел помочь химикам изучить множество классов необычных соединений.

Марк М.



Исследовательская деятельность



Виноградова Роза Айратовна

Педагог дополнительного образования МБОУ ДО «Центр естественных наук» г. Тарко-Сале (Пуровский район ЯНАО)

Русских Илария Алексеевна

Обучающаяся объединения «Школа юного лаборанта-химика» МБОУ ДО «Центр естественных наук» г. Тарко-Сале (Пуровский район ЯНАО)



Химия во благо красоты на примере создания и исследования крема домашнего производства

В эпоху обилия рекламы совсем непросто разобраться в правдивости транслируемой нам информации, в том числе в вопросах косметологии. В частности, сложно определить необходимость использования кремов и решить для себя, стоит ли тратить большие суммы денег на покупку уникальных дорогих образцов данного вида косметической продукции или лучше отдать предпочтение средствам домашнего приготовления.

Изучение химии имеет двоякую цель: одна – усовершенствование естественных наук, другая – умножение жизненных благ.
М.В. Ломоносов

Свойства крема и особенности его воздействия на кожу человека

По результатам глобальных исследований, только 15 % людей обладает генетической предрасположенностью к сухости кожи, т. е. их кожа действительно

нуждается в увлажняющих кремах [1]. У остальных, как ни парадоксально, сухость приобретённая, полученная из-за бесконтрольного и частого увлажнения

кожи кремами. Это обусловлено тем, что от природы кожа устроена так, что увлажняет себя самостоятельно, не прибегая к обычным лосьонам или дорогостоящим кремам.

Этот парадокс подводит нас к тому, что мы задаем вопросы:

1) насколько необходимо использование покупных кремов на регулярной основе;

2) могут ли кремы нарушить естественные процессы в коже;

3) могут ли домашние кремы быть более полезными и эффективными, чем покупные?

По первым двум вопросам заметим, что в научной среде существует мнение, подтверждаемое исследованиями, о негативных последствиях постоянного применения увлажняющих кремов (которые ранее не были столь очевидны). Увлажняющее действие крема – с одной стороны благо, а с другой стороны вред, потому что оно сопровождается нарушением процесса собственной гидратации кожи и естественного баланса веществ (липидов, белков и влаги). Вследствие этого слабеет барьерная функция кожи.

Постоянное применение увлажняю-

щих кремов, которые, как правило, содержат силиконы (рис. 1), отвечающие за увлажненность и шелковистость кожи, приводит к замедлению таких естественных процессов, как отшелушивание (замена мертвых клеток на новые в верхних слоях кожи) и регенерация (выработка молодых клеток кожи).

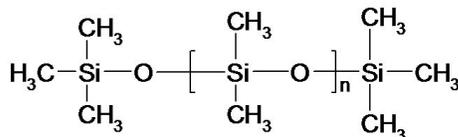


Рис. 1. Структурная формула одного из силиконов

В состав крема могут входить такие ингредиенты, как петролатум, парафин. Под плёнкой, которую они образуют, прекрасно размножаются бактерии, они же увеличивают риск аллергических реакций на ряд составляющих крема [2].

На третий вопрос каждый пользователь крема может ответить сам, приняв во внимание приведённую в табл. 1 информацию о некоторых достоинствах и недостатках кремов домашнего и промышленного производства.

Табл. 1. Достоинства и недостатки кремов домашнего и промышленного производства

Достоинства	Недостатки
Уверенность в составе крема	Небольшой срок хранения крема
Уверенность в отсутствии вредных компонентов	Риск приобретения просроченных компонентов
Возможность подбора компонентов в зависимости от особенностей вашей кожи	Заметная вероятность допустить ошибку в приготовлении и выборе компонентов
Постоянная доступность натурального свежего крема	Готовый продукт необходимо будет протестировать на собственной коже

В целом, в защиту использования любого крема можно сказать следующее: он способствует улучшению состояния кожных покровов, степени увлажненности, равномерности тона кожи, поддержанию упругости, снятию воспалений и раздражения, сохранению молодости кожи. Такое действие крема объясняется его составом, в который входят

различные активные компоненты, обладающие целенаправленным действием на различные типы кожи и проблемы. К этой группе относятся экстракты и вытяжки растений (экстракт мальвы, аллантоин, бисаболл и т. д.), косметические кислоты (гиалуроновая кислота, молочная кислота и т. д.), витамины (Д-пантенол, витамин Е), эфирные масла и так да-

лее [3]. Перечень и свойства основных типов кожи представлен в табл. 2. активных компонентов для различных

Табл. 2. Особенности воздействия активных компонентов крема на кожу человека

№ п/п	Наименование компонента крема	Воздействие на кожу	Рекомендуемый тип кожи
1	Экстракт огурца	Освежающее и тонизирующее действие	Жирная и нормальная
2	Экстракт коры дуба	Вяжущее и сужающее действие	Жирная
3	Гель алоэ-вера	Снятие воспаления и подсушивание	Жирная
4	Экстракт ромашки, экстракт календулы и экстракт лаванды	Противовоспалительное, заживляющее, питательное и успокаивающее действие	Все типы кожи
5	Экстракт шиповника	Сохранение упругости кожи, отбеливание (источник витамина С и пектина)	Все типы кожи
6	Сок лимона	Поддержание здоровья и красоты кожи, омоложение и осветление (источник витамина С)	Жирная кожа
7	Экстракт моркови, зеленого чая	Сохранение эластичности и насыщение кожи микроэлементами	Сильно сухая и возрастная
Витамины			
8	Витамин Е	Обеспечение антиоксидантных свойств, поддержание процессов регенерации, сохранение упругости кожи и увлажненности	Все типы кожи, рекомендовано для сухой
9	Витамин С	Обеспечение антиоксидантных свойств, осветление, сохранение эластичности	Все типы кожи
10	Витамин А	Стимулирование выработки коллагена, сохранение молодости кожи	Все типы кожи
Косметические кислоты			
11	Гиалуроновая ¹ *	Увлажнение, поддержание упругости и тонуса	Сильно сухая и возрастная
12	Молочная	Увлажнение, снятие воспалений, отшелушивание, выравнивание тона	Все типы кожи

¹ С возрастом гиалуроновой кислоты вырабатывается всё меньше и меньше, поэтому актуально добавлять в косметические средства этот активный компонент. Но нужна осторожность, так как при получении гиалуроновой кислоты извне кожа перестаёт вырабатывать свою. Возникает эффект привыкания.

Эфирные масла			
13	Масло розы, сандала, герани, иланг-иланга, ладана, мирры, жасмина, ветивера, пачули	Стимулирование работы сальных желез, увлажнение и питание	Сухая
14	Цветочные масла: лаванда, ромашка, иланг-иланг, герань, магнолия, роза, розовое дерево	Тонизирование, разглаживание, сохранение упругости кожи	Нормальная

Эксперименты по созданию крема домашнего производства и исследование свойств полученных образцов

Состав любого крема включает основу, представляющую собой эмульсию; активные компоненты (питательные, увлажняющие компоненты, витамины, ароматизаторы); загустители и стабилизаторы эмульсий при необходимости; консерванты.

Основа крема – эмульсия – состоит из двух фаз: водной и масляной с добавлением эмульгатора. Они отличаются дисперсионной фазой (вода или масло), соотношением двух фаз (в прямой эмульсии водная фаза более 50 %, в обратной эмульсии масляная фаза более

50 %), а также технологией приготовления. Эмульсии типа «вода в масле» по большей части используют в фармакологии, тогда как косметические кремы почти всегда представляют собой эмульсию типа «масло в воде» [3].

Для экспериментов по созданию крема разработано (рис. 2) и апробировано (рис. 3) три базовых рецепта с различным соотношением водной и жирной фаз с доступными в домашних условиях ингредиентами. Рецептуры представлены в табл. 3.

Табл. 3. Рецептуры экспериментальных образцов крема [4, 5]

Тип крема	Сметанный	Сливочный	Увлажняющий
Перечень ингредиентов	сметана, желток	сливочное масло	агар-агар
	мякоть огурца	масло вазелиновое	вазелиновое масло
	сок лимона	настойка шиповника	глицерин
	витамин Е	глицерин	сок алоэ
	крахмал	камфорный спирт	настойка прополиса
	глицерин	крахмал	вода
	эфирное масло	эфирное масло	эфирное масло

При приготовлении крема однородной структуры применялась следующая технология:

1. Работать рекомендуется в перчатках и защитных очках, специальной одежде. Соблюдать технику безопасности при работе с горячими материалами.

2. Подготовить ингредиенты (согласно рецептуре крема), посуду и вспомогательные приспособления. Для изготовления крема могут понадобиться: ступка с пестиком, водяная баня, весы, различные ёмкости, в том числе термостойкие, перемешивающее устройство.

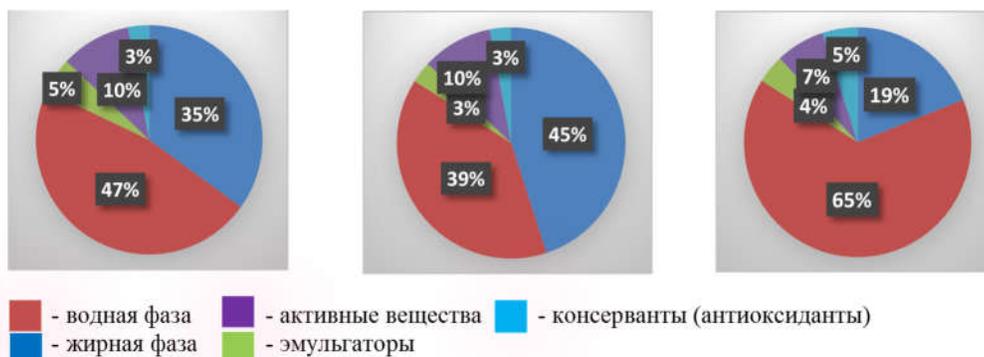


Рис. 2. Соотношение ингредиентов крема, % масс. Слева направо: сметанный, сливочный, увлажняющий кремы

3. Провести стерилизацию ёмкостей, ложек и прочей посуды кипятком или спиртом.

4. Масляные компоненты необходимо отмерять и хранить в посуде отдельно от водной фазы. Эмульгатор добавлять либо в масляную фазу, либо в водную, в зависимости от его растворимости.

5. Водную фазу и масляную фазу подогреть на водяной бане по отдельности до 65–70 °С.

6. Смешать постепенно водную и масляную фазы, используя водяную баню и поддерживая температуру не более 70 °С. Важно, чтобы обе фазы были одинаковой температуры.

7. Процесс взбивания смеси проводить при комнатной температуре, начиная с малых оборотов или венчиком. Затем обороты увеличивать. Взбивать до остывания (до температуры 30–35 °С градусов). Процесс охлаждения крема можно ускорить, поместив стаканчик в ёмкость с холодной водой.

8. Добавить активные вещества и консерванты при постоянном перемешивании.

9. Готовый крем поместить в холодильник на 15–20 минут, затем достать и хорошо перемешать. Повторить эту процедуру 4–5 раз для стабилизации эмульсии [3, 4, 5].

Изготовлено 7 экспериментальных образцов на основе базовых рецептов (три образца со сметаной (содержание жира 20%), три образца со сливочным маслом (содержание жира 72%), один образец с агар-агаром). Рецептуры кремов на основе сметаны и масла совершенствовались с помощью добавок: эмульгаторов (тетраборат натрия, глицерин), активных веществ (эфирные масла, витамины), и наполнителя (крахмал) для улучшения структуры и других внешних признаков крема. В рецептурах присутствуют антиоксиданты (в качестве консервирующих агентов), такие как витамин Е, эфирные масла, спиртосодержащие компоненты. Консерванты не добавлялись намеренно с целью провести исследования по влиянию различных антиоксидантов на срок годности косметического средства.

Результаты эксперимента по изготовлению образцов крема:

- Образцы на основе сметаны получились жидкие, как косметическое молоко; крахмал и тетраборат в качестве загустителей оказались неэффективны.

- Образцы на основе сливочного масла получились более густые, однородные и кремообразные, чем все остальные образцы.

- Два образца (на основе сметаны и сливочного масла) с добавлением крах-

мала были подогреты для загустения (известно, что растворы крахмала рекомендуется подогреть и остудить для образования желеобразной структуры), эксперимент удался, в обоих случаях получен однородный крем с плотной текстурой.

- Для крема на основе масла в качестве эмульгатора идеально подошел тетраборат натрия, что позволило получить

крем с текстурой, наиболее приближенной к образцам кремов промышленного производства.

- Образец на основе агар-агара изготовлен согласно рецептуре крема и не требовал доработки, за исключением добавления эфирного масла для придания аромата.



Рис. 3. Внешний вид экспериментальных образцов. Слева направо: сметанный, сливочный, увлажняющий кремы

Исследование свойств крема

Косметические кремы должны соответствовать требованиям ГОСТ и технического регламента [6, 7].

В процессе исследования был измерен водородный показатель (рН) в экспериментальных образцах (рис. 4). Норма: 5–9 единиц рН. Результат измерения рН: сливочный крем – 8,5; сметанный крем – 4,4; увлажняющий крем – 6,0. В образцах на основе сметаны показатель рН немного ниже нормы, это объясняется кислотностью самой сметаны (рН 4,6), а также присутствием сока лимона, увеличивающего кислотность.

Следующим этапом исследований был опрос респондентов с целью определения наиболее значимых показателей потребительских свойств крема. Участникам опроса (60 человек в возрасте от 16 до 50 лет) было предложено рассмотреть ряд показателей свойств крема и выставить их значимость по шкале: «очень



Рис. 4. Измерение водородного показателя

важно», «важно», «не важно». По результатам опроса было подсчитано количество ответов категории «очень важно» и «важно» по каждому показателю. Выявлены наиболее значимые потребитель-

ские свойства крема: внешний вид, однородность, липкость, впитываемость,

аллергенность, запах, растекаемость (плотность консистенции) (рис. 5).



Рис. 5. Результат опроса по выявлению потребительских свойств крема

Кроме потребительских свойств крема домашнего производства, в процессе наблюдений фиксировались срок хранения при разной температуре и консервирующие свойства природных антиоксидантов, входящих в состав образцов (эфирные масла, спиртосодержащие компоненты, витамин Е).

Для анализа свойств экспериментальных образцов крема разработаны условия исследования:

- Условия хранения образцов: при комнатной температуре (часть в холодильнике).

- Период исследования – 4 недели.

- Условия применения крема: ежедневно, предварительно перемешав, нанести на участок кожи на кисти рук, ступни ног или локти. Один образец использовать на одном и том же участке

кожи. Вести журнал наблюдений в течение 2–4 недель.

- Количество респондентов – 7 человек.

На основании данных журналов наблюдений проведён анализ потребительских свойств крема и получены следующие результаты (рис. 6).

Результаты экспериментов и исследований:

- Использование крема способствует улучшению состояния кожных покровов, а влияние на кожу зависит от состава крема и типа кожи; недостаток крема промышленного производства – нарушение естественных процессов кожи при постоянном использовании [2], домашнего крема – небольшой срок годности.

- Получено несколько образцов кре-

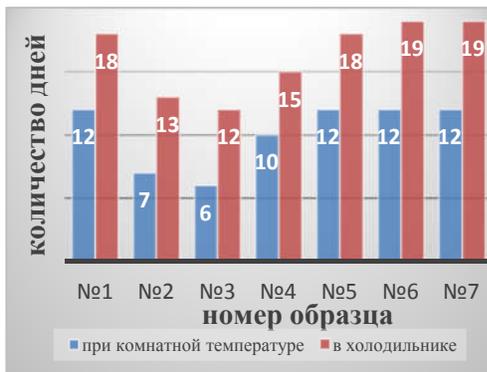


Рис. 6. Слева – данные по показателю «общая удовлетворённость свойствами крема» по шкале от 1 до 10. Справа – данные о сроках хранения образцов. Образцы кремов: сметанный – № 1 (базовый), № 2 (подвергнут тепловой обработке), № 3 (с добавлением эмульгатора тетрабората натрия), сливочный – № 4 (базовый), № 5 (подвергнут тепловой обработке), № 6 (с добавлением эмульгатора тетрабората натрия), увлажняющий (агар-агар) – № 7, промышленные образцы – №№ 8, 9

мов, как питательных, так и увлажняющих, нужной нам консистенции, следовательно, технология приготовления крема позволяет получить его в домашних условиях.

- Созданные образцы крема показали хорошие результаты по многим показателям, не уступая промышленным и являясь более физиологичными в использовании.

- Лучшими консервирующими характеристиками из ряда антиоксидантов, входящих в состав крема (согласно рецептуре приготовления), обладают спиртосодержащие вещества.

- Хранение при более низких температурах продлевает срок хранения крема

на 10–14 дней.

В наших исследованиях мы выяснили, на что влияют различные компоненты, каково их соотношение в кремах, какие они бывают и самое главное – попробовали себя в профессии кремовара. В качестве продолжения работы мы планируем провести бактериологические исследования кремов домашнего производства, а именно – попытаться определить, на каком сроке их использования начинается образование вредоносных бактерий, так как внешние признаки порчи крема мы считаем недостаточными, и руководствоваться ими в период применения косметической продукцией домашнего производства небезопасно.

Литература

1. Пучкова Т.В. Основы косметической химии. Т. 1–2. – ООО «Школа косметических химиков», 2017. – 304 с.
2. Существует ли безопасный крем для лица. // Скинетика. – <http://skinetika.ru/lizo/krem-dlya-lica/vred-krema-dlya-liza.html>.
3. Кутц Г., Фрисс Ш., Феннинг С., Люнц Н. Косметические кремы и эмульсии. Состав, методы получения и испытаний. – М.: Косметика и медицина, 2004. – 272 с.
4. Школа кремовара. // Академия ароматерапии Green Dashed. – https://greensashed.ru/category/shkola_kremovara/.
5. Как приготовить домашний крем для лица в домашних условиях. – <https://sunmag.me/sovety/08-04-2014-kak-prigotovit-uvlazhnyayushhij-krem-dlya-litsa-v->

domashnikh-usloviyakh.html.

6. ГОСТ 31460-2012 «Кремы косметические. Общие технические условия» от 23-24.05.2012 г. № 41: дата введения 2013-07-01. – <https://docs.cntd.ru/document/1200096465>.

7. ТР ТС009/2011 Технический регламент ТС «О безопасности парфюмерно-косметической продукции» от 23.09.2011 г. № 799. – <https://docs.cntd.ru/document/902303206>.

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Мечта алкана

Далеко-далеко, за щелочными горами, за кислотными реками, за оксидными равнинами, лежало царство углеводородов. В его центре находилось княжество непредельных углеводородов, на севере располагалось княжество ароматических углеводородов, на юге жили предельные углеводороды – алканы. Они храбро отражали набеги галогенов.

Все алканы делились на три касты: твёрдые, «пресмыкающиеся», которым не дано было летать; жидкие, составляющие элиту и управляющие твёрдыми; и газообразные, самые умные и сильные. Они управляли всем княжеством и судьбами подданных. Их было четыре: Метан, самый лёгкий и мудрый, Этан, хитрый и коварный, Пропан, вспыльчивый и гордый и Бутан, рассудительный и спокойный. Газообразные алканы ни с кем не хотели делить власть, поэтому говорили всем: «Кому дано пресмыкаться, те пресмыкаются; кому дано течь, те текут; кому дано летать, те летают; но негоже пресмыкающемуся летать, а летающему течь или пресмыкаться». Но был один способ «обхитрить» их – крекинг. Его суть состояла в том, что нужно нагреться до высокой температуры. Тогда «тело станет легче, исторгнув алкен». Газообразные, звавшие об этом, убедили всех в том, что нагревание приводит только к сторанию, и так как большинство алканов были малограмотными, то никто даже не пытался попробовать прибегнуть к крекингу.

Но один твёрдый алкан вычитал в какой-то книге, что горение возможно только на воздухе. «Стало быть, – подумал он, – если сделать такой сосуд, который не пропускает воздух, а затем выкачать воздух и начать нагреваться, то что-то из этого может получиться». А надо сказать, что жизнь у алканов была тяжёлая. Кто-то всю жизнь сидел в асфальте, а кто-то сторал в свечах. Поэтому все, в том числе и наш алкан, лелеяли мечту стать хотя бы жидкими, чтобы смазывать петли. Так что алкан решил воплотить мечту в реальность. Долго он трудился. Часто силы покидали его, но мечта каждый раз помогала ему не сдаться. Наконец, сосуд был построен. Алкан залез в него, закрылся и стал нагреваться. Когда он стал плавиться, эта идея показалась ему не очень хорошей и безопасной. Но в этот момент алкан почувствовал необычайную лёгкость. «Неужели...» – подумал он и оглянулся. Рядом с ним лежал удивлённый алкен. «И правда, получилось». Алкан был счастлив, но через некоторое время задумался. Он решил стать не простым жидким алканом, а самым настоящим газообразным, чтобы править княжеством и вершить судьбы людей, восседая на алмазном троне. Опять он залез в сосуд и стал нагреваться с двойным усердием. С каждым градусом он приближался мечте. Вот он стал наравне с Метаном. «Но что, если это не предел, что, если можно стать не просто царём, а богом этого мира!» – воскликнул он и нагрелся ещё сильнее.

Но незнание химии и жажда власти сыграли с алканом злую шутку. Он разложился на углерод и водород.

И всё-таки его мечта сбылась. Углерод со временем стал алмазом, и его поместили на алмазный трон, где он и восседает по сей день.

А что до водорода... Он поднялся в атмосферу, где попал под случайную искру, и... БАБАХНУЛО!

Михаил Ф.

Профильное образование



Дворянинов Сергей Владимирович

Доцент, кандидат физ.-мат. наук, автор статей в журналах «Квант», «Потенциал. Математика, физика, информатика», «Математика для школьников», «Квантик»

Отношения и простейшие уравнения в расчётных задачах

Химия невозможна без расчётов. То и дело требуется посчитать, сколько чего получится и сколько какого вещества надо взять... Изучаем нюансы решения таких задач на простых примерах.

Вспомним определение отношения из учебника математики¹:

«Частное двух не равных нулю чисел a и b называют ещё **отношением чисел a и b** . Числа a и b называют **членами отношения**.

Например, $8 : 2$, или $\frac{8}{2}$, есть отно-

шение числа 8 к числу 2; $\frac{1}{3} : \frac{1}{5}$ есть

отношение $\frac{1}{3}$ к $\frac{1}{5}$ ».

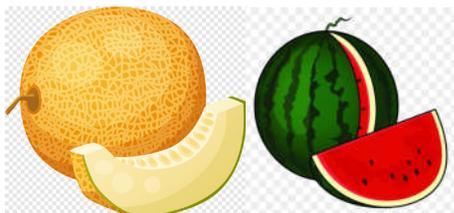
На практике в очень разных ситуациях важным является отношение не чисел, а *отношение величин* одного наименования, выраженных одинаковыми единицами измерения.

Если скорость легкового автомобиля 90 км/ч и скорость велосипедиста 18 км/ч, то отношение их скоростей равно $90 : 18 = 5 : 1$. Скорость автомо-

биля в 5 раз больше скорости велосипедиста. Выразим две скорости в м/с. 90 км/ч – это 25 м/с, 18 км/ч – это 5 м/с, и $25 : 5 = 5 : 1$. То есть отношение скоростей не изменилось.

Этот пример напоминает об очень важном обстоятельстве: *отношение величин не зависит от того, в каких единицах они выражены*.

Пример. На одном восточном базаре цену указывают в рублях и в местных тугриках. Пусть одна дыня стоит 9 рублей или 36 тугриков. Один арбуз стоит 12 тугриков. А сколько это в рублях?



9 рублей
36 тугриков

? рублей
12 тугриков

¹С.М. Никольский и др. Математика. 6 класс. – М.: Просвещение, 2015, с. 5.

В качестве величины здесь выступает цена товара. Цена выражается или в рублях, или в тугриках. В тугриках цена арбуза в 3 раза меньше цены дыни. Следовательно, и в рублях это отношение то же самое! Цену дыни – 36 рублей – делим на 3 и получаем 3 рубля. Сказанное можно записать уравнением:

$$\frac{x \text{ рублей}}{9 \text{ рублей}} = \frac{12 \text{ тугриков}}{36 \text{ тугриков}}$$

или

$$\frac{x}{9} = \frac{12}{36}.$$

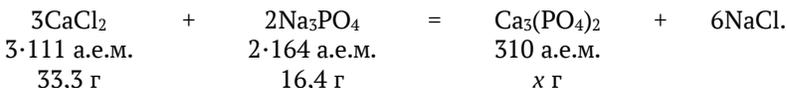
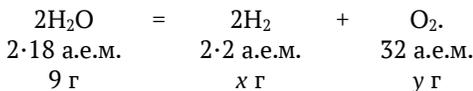
Для решения уравнения умножим обе его части на 9 и получим $x = 3$. Цена арбуза в тугриках найдена.

Покажем, как равенство двух отношений и решение соответствующих уравнений следует использовать в расчётах.

В сборнике [1] на с. 104 находим такую задачу:

Пример. Вычислите массу кислорода, выделившегося в результате разложения порции воды массой 9 г.

Решение. Относительные молекулярные массы воды, водорода и кислорода равны соответственно 18, 2 и 32 а. е. м. Запишем уравнение реакции и две строки числовых данных:



Согласно уравнению реакции, хлорид кальция взаимодействует с фосфатом натрия, если их массы относятся как

$$(3 \cdot 111) : (2 \cdot 164) = 333 : 328 \approx 1.$$

У нас же в задаче 33,3 г больше, чем

Рассмотрим массы водорода и воды, выраженные в граммах и в атомных единицах массы. Отношения масс равны, поэтому

$$\frac{x \text{ г}}{9 \text{ г}} = \frac{2 \cdot 2}{2 \cdot 18}.$$

Умножив обе части уравнения на 9, получим $x = 1$.

Для нахождения y имеем уравнение

$$\frac{y \text{ г}}{9 \text{ г}} = \frac{32}{2 \cdot 18},$$

из которого получаем $y = 8$.

Ответ. В результате реакции выделилось 1 г водорода и 8 г кислорода.

Рассмотрим ещё одну задачу из [1], с. 110 (Алгоритм 9. Расчёты по химическим уравнениям, если одно из реагирующих веществ дано в избытке).

Пример. Смешали два раствора, один из которых содержит 33,3 г хлорида кальция, а другой – 16,4 г фосфата натрия. Вычислите массу образовавшегося фосфата кальция.

Решение. Найдём относительные молекулярные массы участников реакции, упомянутых в условии задачи: $M_r(\text{CaCl}_2) = 111$ а. е. м., $M_r(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 164$ а. е. м., $M_r(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 310$ а. е. м.

Теперь схематично запишем условие задачи так:

16,4 г, более, чем в два раза. Ясно, что хлорид кальция находится в избытке. Поэтому расчёт следует вести, исходя из массы фосфата натрия, который прореагирует полностью.

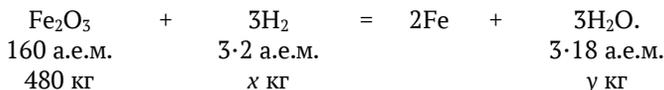
Рассматривая отношения масс фосфатов, получаем уравнение

$$\frac{x \text{ г}}{16,4 \text{ г}} = \frac{310}{2 \cdot 164}$$

Отсюда $x = 15,5$.

Ответ. Образовалось 15,5 г фосфата кальция.

Следующая **задача** из учебника [2], с. 147.



Приравнивая отношения масс в граммах и атомных единицах массы, получаем два уравнения:

$$\begin{array}{l} \frac{x \text{ кг}}{480 \text{ кг}} = \frac{3 \cdot 2}{160}, \\ \frac{y \text{ кг}}{480 \text{ кг}} = \frac{3 \cdot 18}{160} \end{array}$$

Отсюда $x = 18 \text{ кг}$ – столько потребуется водорода, $y = 152 \text{ кг}$ – столько образуется воды.

1 моль водорода имеет массу 2 г и занимает (при н. у.) объём 22,4 л. 18 кг больше 2 г в 9000 раз. Следовательно, 18 кг водорода (при н. у.) занимают $22,4 \text{ л} \cdot 9000 = 201600 \text{ л}$ или $201,6 \text{ м}^3$.

Ответ. Образуется 152 кг воды, потребуется $201,6 \text{ м}^3$ водорода.

В сборнике [1] на с. 12 находим такую **задачу**:

Выведите простейшую формулу соединения, в котором массовая доля фосфора составляет 43,66 %, а массовая доля кислорода – 56,34 %.

Решение. Напомним, что означают слова «простейшая формула», на примере. Три формулы C_8O_{16} , CO_2 и C_2O_4

Рассчитайте объём водорода (н. у.), который потребуется для взаимодействия с 480 кг оксида железа (III). Вычислите количество вещества воды, которое при этом образуется.

Решение. Относительные молекулярные массы участвующих в реакции веществ таковы: $M_r(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 160 \text{ а.е.м.}$, $M_r(\text{H}_2) = 2 \text{ а.е.м.}$, $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ а.е.м.}$

Схематично запишем условие задачи:

описывают соединение углерода и кислорода. Во всех трёх случаях число атомов углерода в два раза меньше числа атомов кислорода:

$$8 : 16 = 1 : 2 = 2 : 4,$$

при этом простейшей является формула CO_2 с наименьшими возможными индексами.

В рассматриваемой задаче формула соединения – P_mO_n , где m и n – неизвестные натуральные числа. Атомная масса фосфора – 31 а.е.м., кислорода – 16 а.е.м., поэтому масса фосфора в молекуле данного соединения равна $31m$ а.е.м., масса кислорода – $16n$ а.е.м. Важно помнить, что *отношение* масс фосфора и кислорода *не зависит* от их выражения в одинаковых единицах и от их долей в общей массе вещества! Мы приравниваем два отношения и приходим к уравнению с двумя неизвестными:

$$\frac{31m}{16n} = \frac{43,66}{56,43}$$

Это уравнение является неопределённым, что означает существование у него бесконечного множества решений. Умножив обе части этого уравнения на 16 и разделив на 31, получим:

$$\frac{m}{n} = \frac{43,66 \cdot 16}{56,43 \cdot 31}$$

Используя калькулятор, получаем равенство:

$$\frac{m}{n} = 0,3993... \approx 0,4 = \frac{4}{10} = \frac{2}{5}$$

Окончательно

$$m = \frac{2}{5} n.$$

Мы выразили одно неизвестное m через другое (через n). Любая пара чисел, удовлетворяющих последнему уравнению, будет его решением. Если, например, $n = 1$, то $m = 1/5$; при $n = 2$ получается $m = 4/5$.

Нас, напомним, интересуют натуральные значения неизвестных. Очевидно, что число m будет натуральным, если только число n кратно числу 5, то есть при $n = 5k$ получаем $m = 2k$. Следовательно, общее решение уравнения на множестве натуральных чисел таково:

$$m = 2k, n = 5k,$$

где k – любое натуральное число.

При $k = 1$ получаем *наименьшие* значения $m = 2$, $n = 5$ и соответственно *простейшую* формулу соединения P_2O_5 .

Решим ещё одну **задачу** ([1], с. 12).

В некотором соединении массовые доли азота, водорода и кислорода соответственно равны 35 %, 5 % и 60 %. Выведите простейшую формулу этого соединения.

Решение. Относительная молекулярная масса $N_mH_nO_p$ равна $14m + n + 16p$ а.е.м. Приравнивая отношения атомных масс элементов в данном веществе к отношениям их массовых долей в процентах, получаем два уравнения:

$$\frac{14m}{n} = \frac{35}{5},$$

$$\frac{n}{16p} = \frac{5}{60}.$$

Выражаем m и p через n :

$$m = \frac{n}{2}, p = \frac{3n}{4}.$$

Наименьшее натуральное значение p получается при $n = 4$. Тогда $m = 2$, $n = 4$, $p = 3$. Искомая формула – $N_2H_4O_3$. Название этого вещества – нитрат аммония, аммиачная селитра. Его формулу принято записывать так: NH_4NO_3 . Это соль азотной кислоты.

Литература

1. Н.Е. Кузнецова, А.Н. Лёвкин. Задачник по химии. 8 класс. – М.: Вентана-Граф, 2012.
2. О.С. Габриелян. Химия. 8 класс. – М.: Дрофа, 2010.

Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор

Мама собирает дочку в школу. Чтобы как-то развлечь сонную девочку, вопросительно напевает ей на мотив из «Винни-Пуха»:

– Кто ходит в ШКОЛУ по утрам – тот поступает?..

– В ВУЗ? – пытается угадать дочка.

Эксперимент



Морозова Наталья Игоревна

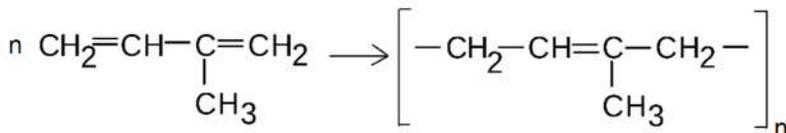
Закончила химический факультет МГУ, кандидат химических наук, доцент СУНЦ МГУ. Основное занятие – преподавание химии 11-классникам, методическая работа, научная работа в области радиохимии и органического катализа, организация дистанционного обучения и очных мероприятий для школьников.

Велосипед и шарик

Предлагаем весёлый эксперимент по растворимости резины в различных растворителях.

Ездить на велосипеде нужно аккуратно. объезжать гвозди и стёкла недостаточно, чтобы сохранить резину. Нужно еще внимательно изучить природу лужи, куда собираешься въехать. Вдруг в луже не вода?

Для начала разберёмся, из чего состоит резина. Резина делается на основе каучука. Натуральный каучук – это *цис*-полиизопрен, углеводород с очень длинными молекулами, состоящими из фрагментов изопрена.

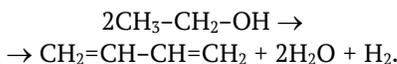


Реакция получения полиизопрена из изопрена

Натуральный каучук получают из сока некоторых деревьев, произрастающих в тропиках, в основном (на 95 %) это бразильская гевея. Другие каучуконосные растения – молочаи, фикусы, ландольфии – известны нам скорее как комнатные цветы. У кого в доме растёт молочай или фикус, можно отломить часть растения и увидеть беловатый липкий сок, в котором содержится каучук.

К сожалению, климата нашей страны все эти растения не выдерживают (попробуйте высадить фикус в кадке на улицу и заставить пережить зиму!). По-

этому российский каучук – синтетический, его производят по приведённой выше реакции или – чаще – из бутадиена, который, в свою очередь, синтезируют из спирта по реакции Лебедева:



По строению и свойствам синтетический каучук похож на натуральный. И слабые места у него такие же, а именно: он, как и любой углеводород, хорошо растворяется в неполярных растворителях.



Фигус



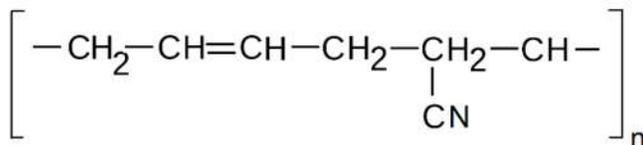
Один из видов молочая

Какой неполярный растворитель знают все, даже те, кто никогда не изучал химию? Конечно, бензин. Попробуйте надуть воздушный шарик (он тоже сделан из резины!), положите его в какую-нибудь ёмкость, чтобы зафиксировать (например, в кастрюлю), и налейте сверху немного бензина. Шарик лопнет!

Если велосипед въедет в бензиновую лужу, с велосипедной резиной может произойти примерно то же, что с этим несчастным шариком. Конечно, не сразу: велосипедная резина все-таки толще и прочнее. Но постепенно она набухнет и растрескается. Так что лучше не рисковать.

Такое воздействие оказывает на резину не только бензин, но и другие углеводородные топлива – керосин, солярка, а также машинные масла. А вот ацетон – вещество полярное, он плохо растворяет каучук, по ацетоновым лужам (если вы их найдёте) можно ездить без опаски. Прodelайте подобный опыт с шариком и этими растворителями и убедитесь 😊.

Для работы в условиях постоянного контакта с жидкими топливами или маслами приходится использовать специальные марки резины, например, резину из бутадиен-нитрильного каучука. Такой каучук более полярен за счёт связи C-N и растворяется в том же бензине гораздо хуже. Только в природе его нет, его получают синтезом даже в Бразилии, где полно каучуконосной гевеи.



Бутадиен-нитрильный каучук (упрощённая формула)

Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор

- Дайте, пожалуйста, ацетилсалициловую кислоту.
- Аспирин, что ли?
- «Аспилин» я не выговаливаю!



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.



Ванчурина Наталья Александровна

Преподаватель в фармацевтическом колледже КрасГМУ. Окончила Алтайский государственный медицинский университет по специальности «Фармация».

Кроссворд «Лекарственное растительное сырьё, влияющее на функции мочевыделительной системы»

Кроссворд позволяет обобщить, систематизировать, углубить сведения о лекарственных растениях, влияющих на функции мочевыделительной системы. Может использоваться как на уроках биологии, так и при проведении тематических мероприятий – предметных недель, викторин, творческих вечеров и т. д.

По горизонтали:

1. Лекарственное растение, оказывающее диуретическое действие и содержащее красители.

2. Другое название почечного чая.

3. Лекарственное растительное сырьё берёзы.

4. Лекарственное хвойное растение,

оказывающее диуретическое действие.

5. Семейство, к которому относится почечный чай.

6. Лекарственное споровое растение, оказывающее диуретическое действие.

7. Ботаническое наименование растения «медвежье ушко».

8. Лекарственное растение, оказывающее диуретическое действие, образуя

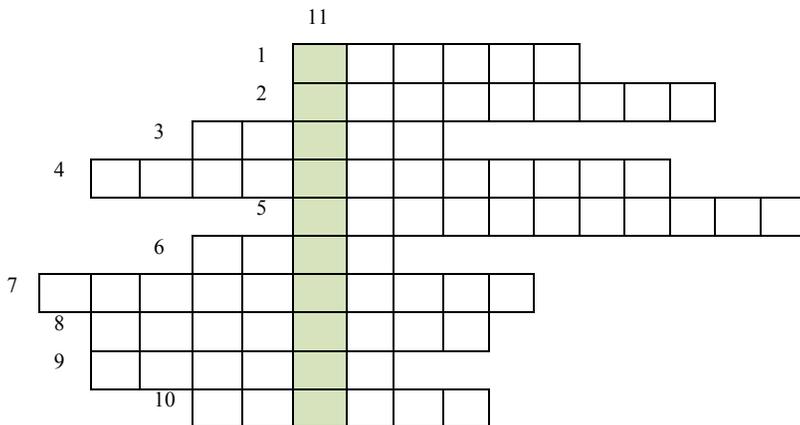
щее красные сочные ягоды, употребляемые в пищу.

9. Народное название горца птичьего.

10. Лекарственное растительное сырьё василька.

По вертикали (ключевое слово):

11. Группа лекарственных препаратов, повышающих диурез.



По горизонтали: 1. Марена. 2. Ортосифон. 3. Почки. 4. Можжевельник. 5. Тубопыльцы. 6. Хвощ. 7. Голубянка. 8. Бруслика. 9. Спорыш. 10. Цветки.
По вертикали (ключевое слово): 11. Мочегонные.

Ответы:

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Углерод (хвалебная песнь)

Углерод – он очень хороший,
Ведь из него всё построить можно.
Любую органику мы сварим быстро,
Хотя это дело трудное даже для специалиста.

Множество аллотропных форм образует он,
Которых используется миллион.
Во все дома он тепло даёт
И за это только кислород берёт.

Я советую всем химию углерода изучать,
Но и остальные элементы не забывать –
Вместе они дают науку химию,
Всем, как и мне, необходимую!

Михаил Н.

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

2. В редакции журнала

115184, г. Москва, Климентовский пер., д. 1/1,

(м. «Третьяковская», «Новокузнецкая»), тел. (495) 787-24-95.

Где можно приобрести журнал?

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

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

Реквизиты

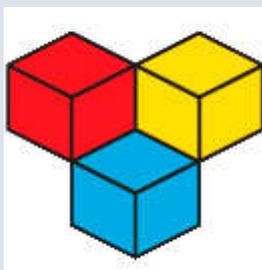
000 «Азбука – 2000»
ИНН 7726276058/КПП 772601001
БИК 044525225
Расч. счёт – 40702810338330102512
Корр. счёт – 3010181040000000225
Московский банк ПАО «Сбербанк России»

Теперь вы можете читать журнал со своего планшета!



ОЧНЫЕ КУРСЫ СУНЦ МГУ

для учащихся 2–11 классов



В конце августа открывается запись на 2023/2024 учебный год. Курсы начинаются на первой неделе октября. Второй семестр начинается 15 января. Первое полугодие = 10 занятий, второе полугодие = 14 занятий.

Для учащихся 2–11 классов есть группы по олимпиадной математике, для учащихся 8–11 классов – по школьной математике. Для учащихся 7–11 классов будут также открыты группы по физике, химии, информатике и биологии.

В группах 2 класса до 12 человек. В группах 3–4 классов до 15 человек. В остальных группах до 20 человек.

Занятия проходят по воскресеньям или во 2-й половине дня. Обучение платное.

E-mail: kursy@internat.msu.ru.

Телефон: +79055085681

График работы: вт 15:00–19:00; чт 15:00–19:00; вс 11:00–16:00. В это время работает контактный телефон, доступен телеграм.

Подробная информация – на странице <https://internat.msu.ru/kursy/info-kursy/> и по ссылкам с неё.

В следующем номере:

- ◆ Плёнки с наночастицами серебра – будущее антисептических средств.
Лепилкина Е.М., Макарова С.Ю., Наход М.А.
- ◆ Про морковь на постном масле. *Ларюшкина Д.Р., Дорохин С.В.*
- ◆ Коварные «процентцы». *Дворянинов С.В.*

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

Журнал для старшеклассников и учителей «Потенциал. Химия. Биология. Медицина» выпускается на средства выпускников МГУ им. М.В. Ломоносова. В журнале действует Программа спонсорской помощи. Программа допускает поступление финансовой, материальной, информационной и иной помощи журналу. Координирует работу Программы Спонсорский совет, являющийся структурным подразделением журнала. Спонсорами могут быть физические или юридические лица. Спонсорская помощь осуществляется однократно 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: (985) 768-25-48,

(495) 787-24-95

www.azbukaprint.ru



www.internat.msu.ru