

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Институт химии

Авторы-составители

Акмаева Т.А., Кожина Л.Ф.

**Преимственность и метапредметная интеграция
в курсе химии**

Учебно-методическое пособие

Саратов, 2020

Авторы – составители: Акмаева Т.А., Кожина Л.Ф. Преемственность и метапредметная интеграция в курсе химии. Учебно-методическое пособие для студентов магистратуры направления «Педагогическое образование», профиль «Актуальные стратегии и инструменты эффективного обучения химии». [Электронный ресурс]. Саратов - 2020. – 87с.

Учебно-методическое пособие разработано в соответствии с рабочей программой дисциплины «Межпредметная преемственность в учебном процессе» для студентов магистратуры направления 44.04.01 «Педагогическое образование» профиль «Актуальные стратегии и инструменты эффективного обучения химии». Пособие составлено преподавателями кафедры общей и неорганической химии СГУ, предназначено для студентов будущих учителей химии, которые стремятся осуществлять личностно ориентированный подход в обучении, формировать компетентного обучающегося, способного осуществлять непрерывное образование в течение всей жизни.

Рекомендуют:

кафедра общей и неорганической химии
Института химии СГУ

НМС Института химии СГУ

Рецензент:

д.х.н. профессор Бурмистрова Н.А.

Содержание

Введение	4
Интеграция в обучении	5
Химия – как наука, и как учебный предмет	8
Значение наличия метапредметных связей при обучении	14
Функции, выполняемые при реализации метапредметных связей	15
Метапредметные связи – фактор оптимизации процесса обучения	16
Требования к метапредметным результатам освоения основной образовательной программы основного общего образования	19
Взаимосвязь химии с физикой	20
Взаимосвязь химии с математикой	30
Взаимосвязь химии с биологией	35
Взаимосвязь химии с геологией	52
Взаимосвязь химии с БЖД	57
Взаимосвязь химии с экологией	61
Взаимосвязь с географией	62
Взаимосвязь химии с художественной литературой	66
Химия и пищевые продукты	69
Заключение	84
Список используемых источников	85

Введение

Процесс модернизации образования в общеобразовательной школе и вузе, происходящий в настоящее время, обусловлен востребованностью на рынке труда работников, обладающих обновленными знаниями и умениями в рамках существующих профессий. Возрастает уровень требований работодателей к квалификации своих потенциальных работников. Современное производство нуждается в специалистах, которые могут сознательно применять знания, приобретенные в учебных заведениях.

В современных условиях возникла острая необходимость в такой системе подготовки практико-ориентированных специалистов, которая могла бы быстро и адекватно реагировать на частые изменения, происходящие при создании новых видов производств и технологий. Динамика развития современного общества диктует необходимость непрерывного образования человека на протяжении всей его жизни.

Возросла потребность в подготовке специалистов широкого профиля, владеющих профессиональной мобильностью, навыками быстрой адаптации к условиям непрерывного обновления производства, методов контроля, взаимозаменяемости, качества, технологии, усовершенствования организации труда. Современный процесс обучения требует от специалиста высокого уровня профессионально-педагогических знаний. Подготовка такого рода специалистов возможна только в том случае, если, во-первых, становление личности студента будет осуществляться в рамках модели обучения и воспитания, которая отражает реальную действительность; во-вторых, эта модель по мере своего развития будет приближаться к реальной действительности и в конечном итоге переходить в нее.

Процесс модернизации образования требует от преподавателей высшей школы вести подготовку будущих учителей химии таким образом, чтобы они глубоко знали свой предмет не только в рамках школьного учебника, но и владели современными методами, приемами и технологиями обучения.

Студенты направления «Педагогическое образование» по сравнению со студентами других направлений должны владеть более развитыми навыками методической работы и психолого-педагогической деятельности, что обусловлено спецификой их обучения. Это способствует применению учебных форм, когда в единое целое объединяются собственная учебная деятельность магистра - педагога и его индивидуальный педагогический

опыт, приобретаемый в ходе организации учебно-исследовательской деятельности (УИД).

Интеграция в обучении

Образование – процесс и результат овладения системой научных знаний, умений, навыков и формирование на их основе мировоззрения, нравственных и других качеств личности, развитие её творческих сил и способностей.

Обучение – это специально организованный, целенаправленный и управляемый процесс взаимодействия педагогов и обучающихся, направленный на усвоение знаний, умений, навыков, способов познавательной деятельности, развитие умственных способностей и формирование компетенций.

Компетентностный подход – инновационная методология современного образования; ориентация образования на его результаты: формирование необходимых общекультурных и профессиональных компетенций, самоопределение, социализацию, развитие индивидуальности.

Компетентность включает умения ясно и четко излагать мысли, убеждать, аргументировать, строить доказательства, анализировать, высказывать суждения, передавать рациональную и эмоциональную информацию, устанавливать межличностные связи, согласовывать свои действия с действиями коллег, выбирать оптимальный стиль общения в различных деловых ситуациях, организовывать и поддерживать диалог; сознательно контролировать результаты своей деятельности и уровень собственного развития, личностных достижений.

Компетентный – квалифицированный, обученный, способный к определенному виду деятельности специалист.

При реализации компетентностного подхода в обучении развивается мотивация обучающихся на проявление инициативы и самостоятельности. Необходимо поощрять студентов за стремление что-то сделать самостоятельно; за выражение своей точки зрения; учить работать в группе; поддерживать, помогать им в работе при совершении ошибок; помогать в осознании, что «незнание» и «непонимание» является шагом к познанию.

В специализированных педагогических словарях, энциклопедиях и справочниках нет определения термина «интеграция». Впервые определение интеграции в педагогике дал [1] академик И.Д.Зверев в

прошлом веке: *«Интеграция есть процесс и результат создания непрерывно связанного единого, цельного. В обучении она осуществляется путем слияния в одном синтезированном курсе (теме, разделе программы) элементов разных учебных предметов, слияния научных понятий и методов разных дисциплин в общенаучные понятия и методы познания, комплексирования и суммирования основ наук в раскрытии межпредметных учебных проблем».*

По мнению Ивановой Т.В. [2] интеграция в обучении представляет собой процесс установления связей между структурными компонентами содержания в рамках определенной системы образования с целью формирования целостного представления о мире, ориентированный на развитие и саморазвитие личности обучающегося.

Педагогическая интеграция – это создание больших педагогических единиц, возникающих на основе взаимосвязи компонентов нескольких разделов подготовки учащихся в процессе образования.

Под интеграцией понимают [3] восстановление и восполнение единства. Идея интеграции в образовании, как отмечается в работе [4] не является новой. В СССР был накоплен определенный опыт в области интеграции образования и производства. Например, система «завод/предприятие – вуз», образования и науки: «физтех».

В недавнем прошлом была предпринята попытка создания интегрированного курса «Естествознание». Однако в результате получился набор разрозненных сведений из биологии, физики, химии. Курс «Естествознание» в основной школе на практике превращался, как показал опыт работы [5], в пропедевтику одного предмета, в зависимости от специализации и квалификации учителя, проводившего занятия. Весьма сомнительна возможность подготовки учителя, который сможет объяснить на одинаково высоком уровне проблемы биологии, химии и физики.

Обращаясь к истории работы Саратовского государственного педагогического института (в настоящее время – СГУ имени Н.Г. Чернышевского), необходимо отметить положительный опыт работы коллектива по подготовке до 2011 года выпускников по специальности биология и химия с присвоением квалификации преподавателя биологии и химии средней школы. Такой подход к обучению позволял более глубоко осуществлять межпредметную преемственность (интеграцию) в сфере химии и биологии.

Что же такое интеграция в школьном обучении? Подробный развернутый ответ дает академик РАО А.Я. Данилюк в книге «Теория

интеграции образования» [6]. *«Интеграция в школьном обучении – это постоянная актуализация знаний учащихся, полученных ими при изучении других предметов посредством заданий межпредметного содержания».*

Кроме того, выделяют внутриспредметную интеграцию учебной дисциплины химии, которая заключается в обобщении содержания. Это позволяет сформировать у обучающихся представление о химии как о целостной науке, показать единство ее понятий, законов и теорий, универсальность и применимость их как для неорганической, так и органической химии. Интеграция способствует преодолению фрагментарности и мозаичности знаний. Межпредметная естественнонаучная интеграция позволяет на базе химии объединить знания физики, биологии, экологии и других наук в единое понимание природы; сформировать целостную научную картину окружающего мира. Это дает возможность каждому осознать, что без знания основ химии восприятие окружающей действительности является неполным и искаженным, а люди, не владеющие химическими знаниями, могут неосознанно оказаться виновными в создании чрезвычайных и опасных ситуаций. Человечеству необходимо жить в согласии с природой, с ее законами и оно обязано уметь прогнозировать влияние последствий своей деятельности на окружающую среду.

Познавательная деятельность студента невозможна без восприятия информации, которая существует в самых разнообразных формах. Современной особенностью процесса обучения является непрерывно увеличивающийся объем информации и высокий темп занятий, что требует отхода от традиционной формы обучения. В условиях быстрого роста объема информации возможность ее восприятия и осмысления резко уменьшается.

Интегрированный подход требует от преподавателя повышенного уровня педагогического мастерства, универсальности его образования [7].

В современной педагогике [8] выделяют три уровня интеграции:

- *межпредметные* связи – привлечение при проведении урока понятий, образов, представлений из материала других предметов;
- *интегрированные уроки* – использование на уроках по разным предметам понятий, знаний, общих принципов, составляющих методологическую основу современного естествознания;
- *интегрированные учебные курсы* – рассмотрение комплекса проблем и явлений, которые по своей сути требуют знаний из разных дисциплин.

Химия – как наука, и как учебный предмет

Человек познакомился с химией, как только стал человеком – разумным существом и в настоящее время нет ни одной отрасли народного хозяйства, где бы не использовались достижения химии.

Химия – наука о веществах, их строении, свойствах и превращениях. В широком понимании, вещество – это любой вид материи, обладающий массой. В химии понятие вещества более узкое: вещество – это любая совокупность атомов и молекул.

«Химию можно назвать наукой о качественных изменениях тел, происходящих под изменением количественного состава» [9].

«Химические отношения характеризуются качественно-количественной определенностью» [10].

«Химик смотрит на мир сквозь призму вещества, т.е. качественных изменений, задающих и определяющих диапазон количественных изменений» [11].

Н.Н. Семенов, лауреат Нобелевской премии 1956 г. за исследования в области механизма химических реакций, отмечает, что основным и наиболее характерным предметом химии как науки и как производства являются процессы получения из определенных веществ новых веществ, обладающих новыми свойствами.

Современная химия представлена множеством различных направлений развития знаний о природе веществ и способах их преобразования. В то же время химия является не просто суммой знаний о веществах, а высоко упорядоченной, постоянно развивающейся системой знаний, имеющей свое место в ряду других естественных наук.

Химия изучает качественное многообразие химических явлений, химической формы движения материи. Хотя структурно она пересекается в определенных областях и с физикой, и с биологией, и с другими естественными науками, но сохраняет при этом свою специфику.

Весь окружающий нас мир – это мир химических веществ и их превращений. Большинство протекающих в нем процессов имеет химическую природу. К настоящему времени химия в такой степени вошла в жизнь каждого человека, что невозможно назвать область деятельности, где не использовались бы химические процессы или вещества, полученные с их помощью.

Со времени своего зарождения и до наших дней химия – это наука, которая тесно связана с практической деятельностью человека. Химия по своей природе является центральной, фундаментальной наукой: в любой человеческой деятельности приходится иметь дело со свойствами

различных веществ – их прочностью, способностью взаимодействовать с другими веществами, способностью изменяться при изменении условий существования. Несомненным является утверждение: химия – неотъемлемая часть общечеловеческой культуры, подтверждением этого являются многочисленные связи между химическими представлениями и наблюдениями повседневной жизни.

Одним из наиболее существенных объективных оснований выделения химии в качестве самостоятельной естественнонаучной дисциплины является признание специфичности химизма взаимоотношения веществ, проявляющегося, прежде всего, в комплексе сил и различных типов взаимодействий, обуславливающих существование двух и многоатомных соединений. Этот комплекс принято характеризовать как химическую связь, возникающую либо разрывающуюся в ходе взаимодействия веществ. Для возникновения химической связи характерно значительное перераспределение электронной плотности по сравнению с простым положением электронной плотности несвязанных атомов или атомных фрагментов, сближенных на расстояние связи. Эта особенность наиболее точно отделяет химическую связь от разного рода проявлений межмолекулярных взаимодействий.

Происходящее в настоящее время возрастание роли химии как науки в рамках естествознания сопровождается быстрым развитием фундаментальных, комплексных и прикладных исследований, ускоренной разработкой новых материалов с заданными свойствами и новых процессов в области технологии производства и переработки веществ.

Содержание школьного курса химии строится на основе системы *вводимых* и *выводимых* понятий, которые подлежат усвоению. *Вводимые* — это понятия, которые предлагаются учащемуся как *постулат*. Фактически это объем знания о рассматриваемом явлении или объекте, который дается в *готовом виде*. При этом они опираются на имеющиеся знания, хотя и не могут быть из них выведены. *Вводимые понятия* должны быть фундаментальными. Понятия, нужные для объяснения частного факта, которые потом окажутся не востребуемыми, просто не вводятся.

В школьных учебниках дается минимальное число вводимых специфических химических понятий и терминов. При этом новое понятие вводится тогда, когда дальнейшее изложение предмета без него становится невозможным, когда не представляется возможным объяснение описываемого явления на основе имеющегося знания. Новое понятие вводится лишь в том объеме, в котором будет немедленно использоваться; его расширение происходит по мере возникновения необходимости в этом.

Изложение материала должно быть построено таким образом, чтобы уменьшить необходимость запоминания нового.

Основополагающим принципом школьного образования является процесс обучения, направленный на познание основных законов природы. При этом обучающимся предоставляется возможность самостоятельного приобретения нового знания в процессе его собственной деятельности.

Школьный курс химии – это дидактическое отражение химической науки [5]. В курсе химии средней школы выделяют **пять** групп систем понятий (по классификации Н.Е. Кузнецовой):

- об объектах и явлениях;
- о химических закономерностях и взаимосвязях;
- о методах познания химии;
- понятия политехнических знаний;
- система мировоззренческих обобщений.

Формирование понятий о веществе, химической реакции и химической технологии реализуется на фоне химического языка в течение всех четырех лет изучения химии в средней школе. При этом процесс обучения проходит ряд последовательных этапов:

Первый этап.

Вещество: неделимость атома, качественный и количественный состав вещества.

Химическая реакция: перегруппировка атомов в молекулах, закон сохранения массы веществ.

Химическая технология: представления о принципиальной возможности получения новых веществ из других. Ознакомление со способами выделения нужных веществ из гомогенных и гетерогенных смесей, с установлением связи между особенностями химических реакций, устройства лабораторного оборудования и целью его использования.

Второй этап.

Вещество: «открытия» периодического закона, сложного строения атома, начало осмысления сущности химических связей в простых и сложных веществах.

Химическая реакция: начало осмысления химической реакции как формы движения материи, первое знакомство с химической кинетикой.

Третий этап.

Вещество: растворы как форма химической организации материи. Электронно-ионный уровень рассмотрения вещества.

Химическая реакция: основные положения теории электролитической диссоциации. Предсказание возможности протекания реакций в растворах.

Химическая технология: первоначальное знакомство с теоретическими закономерностями химической технологии.

Четвертый этап.

Вещество: химическое строение, элементарные знания их стереохимии.

Химическая реакция: углубление знаний о механизмах химических реакций, условиях их проведения, скорости, обратимости.

Химическая технология: углубление и расширение знаний на примерах промышленного производства органических соединений.

Пятый этап.

Вещество: углубление знаний о периодичности изменения свойств химических элементов и их соединений, о строении вещества.

Химическая реакция: формирование понятия о химической реакции как целостном процессе.

Химическая технология: обобщение знаний о научных основах химической технологии с ярко выраженной экологической составляющей.

На каждом этапе учитель формирует или совершенствует знания, которые являются общими как для химии, так и для других естественных наук.

Химия как наука и химия как учебный предмет имеют много общего: содержание и методы учебного предмета химии являются прообразом-моделью химической науки. Учебный предмет «химия» берет из науки лишь небольшую ее часть, и, преломляя ее сквозь призму дидактических принципов, передает обучающимся. Отбор материала осуществляется на основе информационно-аксиологического подхода в соответствии с целями обучения.

Работа учителя должна быть направлена на три ключевых момента:

- обучение восприятию и переработке информации, которая включает в себя умения находить, передавать и принимать требуемую информацию, при необходимости пользуясь современными техническими средствами;
- развитие критического мышления, которое трактуется как умение понимать скрытый смысл информации и способность противостоять манипулированию сознанием;
- включение внешкольной информации в контекст общего среднего образования [12].

При этом необходимо учитывать, что возрастные особенности интересов и поведения большинства учащихся 8-9 классов вызывают негативное восприятие химических знаний. В школе в основном

происходит «натаскивание» учащихся на выполнение тестовых заданий, что обусловлено типом проведения ОГЭ и ЕГЭ по химии.

Для основной части выпускников можно отметить, что у них недостаточно развиты или отсутствуют умения:

- составления плана ответа на задаваемый вопрос;
- компоновки предполагаемого ответа;
- установления внутрипредметных связей;
- выделения главного из большого объема изучаемого материала.

Кроме того, школьники (и студенты первокурсники) в подавляющем большинстве испытывают значительные *затруднения при использовании в процессе изучения химии умений, приобретенных на занятиях по другим предметам*. Это приводит к определенным трудностям обучения в вузе. У студентов слабо развиты способности к сравнению, анализу и классификации информации, полученной из различных источников. Среди основных причин, влияющих на этот процесс, педагоги отмечают [8]:

- перегруженность (мозг не успевает совершать необходимую работу);
- возрастная неподготовленность учащегося к восприятию тех или иных абстрактных понятий;
- неподготовленность к чтению серьезных текстов (учебные тексты написаны на общенаучном языке, далеком от речевой практики школьника).

Особенно ярко это проявляется в умениях работать с текстом – вычленять главное из информационного сообщения. Правильно читать текст умеет далеко не каждый. Умение читать – это форма обучения, выполняемая каждым обучающимся в индивидуальном темпе с проявлением личностных качеств.

Выделяют несколько типов чтения:

- *сплошное чтение* всей информации для изучения всего текста;
- *комментированное чтение* – первый этап самостоятельной работы при выполнении учебно-исследовательской деятельности; сопровождается пояснениями, замечаниями обучающегося;
- *аналитическое чтение* представляет собой критическое изучение текста (осмысление);
- *просмотровое чтение* – беглое чтение всего текста для получения общего представления.

Неумение работать с текстом проявляется в первую очередь при решении задач. Выработать привычку более внимательного чтения

помогает подчеркивание в тексте основных слов, т.е. *комментированное* чтение.

Необходимо вырабатывать у обучающихся умения:

- читать и выделять главное в представленном тексте;
- работать с оглавлением и предметным указателем книги (учебника);
- составлять запросы поисковым системам в соответствии с принятым синтаксисом;
- использовать традиционные библиотечные и электронные каталоги.

Преимуществом в системе непрерывного химического образования школа-вуз обеспечивается проведением факультативных занятий; внеклассной работы; занятий на подготовительных курсах; школы «Юного химика»; подготовкой к олимпиадам; а также подготовкой и участием в научно-практических конференциях при поддержке преподавателей вузов. В последнее время получило распространение введение в вузах корректирующих курсов, особенно для студентов 1 курса, освоение которых направлено на восполнение пробелов базового школьного образования, преодоления разрыва между уровнем подготовки абитуриента и требованиями, которые предъявляются к студентам для успешного обучения в вузе [13].

В общеобразовательных учреждениях особое внимание уделяется пропедевтическим курсам, которые, в основном, проводятся за счет факультативов и часов внеурочной деятельности и помогают осуществлять преемственность между уровнями образования. Внеурочная деятельность (в школе) в настоящее время воспринимается преимущественно как деятельность, организуемая для проведения досуга учащихся. Внеаудиторная работа в вузе – это самостоятельная работа студентов под руководством преподавателя. Одной из задач такой деятельности является развитие творческих способностей обучающихся.

Значение наличия метапредметных связей при обучении

Каждая изучаемая дисциплина является источником тех или иных метапредметных связей. Метапредметность является современным принципом обучения: формирует системность знаний, активизирует методы обучения, способствует применению комплексных форм обучения. Использование метапредметных связей одна из наиболее сложных методических задач в деятельности преподавателя, поскольку требует от него знания рабочих учебных программ и содержания смежных дисциплин.

В классической педагогике наиболее полное психолого-педагогическое обоснование дидактической значимости метапредметных связей дал.

Ушинский К.Д. в книге «Человек как предмет воспитания», он выводит их из различных ассоциативных связей (по противоположности, сходству, времени, единству места и т. п.), отражающих объективные взаимосвязи предметов и явлений. Особо ценны и теперь суждения великого русского педагога о мировоззренческой роли метапредметных связей, способствующих формированию ясных, полных и целостных представлений об окружающем нас реальном мире. По его мнению, *«знания и идеи, сообщаемые какими бы то ни было науками, должны органически строиться в светлый и, по возможности, обширный взгляд на мир и его жизнь»*.

Значительный интерес представляют результаты анкетирования [14] обучающихся для выяснения вопроса: какие предметы нужны для успешного изучения химии? Основная часть студентов уверенно отвечает, что для этого им необходимы знания математики, биологии, физики (приблизительно 70 - 79%). А если вопрос перефразировать – (Для изучения каких предметов нужна химия?), то наблюдается значительное сокращение числа предметов, называемых обучающимися: большинство называют биологию, затем физику.

Знание химии необходимо для успешного изучения медицины, фармакологии, косметологии, генетики, биоинженерии, биоинформатики, физиологии, геологии, археологии, географии, почвоведения, металлургии, и др.

Наиболее актуальным является использование знаний по другим дисциплинам при объяснении нового материала, а также при повторении. Важно, чтобы существовала преемственность в содержании отдельных дисциплин и сближение родственных предметов.

Анализ действующих в настоящее время программ по естественным дисциплинам, как в школе, так и в вузе, позволяет сделать вывод о том, что метапредметным связям не уделяется должного внимания. Реализация метапредметных связей в практике обучения предполагает сотрудничество преподавателя химии с преподавателями других дисциплин.

Применение принципа преемственности связано с последовательным логическим раскрытием учебного материала, установлением связей между предыдущим и последующим содержанием; развитием фундаментальных понятий на протяжении всех химических курсов и с позиций разных теорий.

Принцип преемственности предусматривает такую организацию изучения общей химии и других химических дисциплин, при которой ранее изученное органически связывается и в комплексе применяется для теоретического освоения нового материала. Метапредметная преемственность устанавливается как путем определения логики и

последовательности изучения учебного материала, так и посредством содержательных генетических и причинно-следственных связей между эмпирическими и абстрактно-логическими понятиями, фактологическим и теоретическим материалом.

Преемственность является также важным условием очередности и уровня обобщения и систематизации знаний как внутри разделов общей химии, так и на заключительном этапе изучения химических курсов. Наоборот, само обобщение выступает как способ реализации преемственности. К методам реализации преемственности можно отнести методы систематизации, установления внутри- и междисциплинарных связей, моделирования, аналогии и других.

Преемственные связи, в том числе междисциплинарные, между курсами общей химии, физики, математики, биохимии и др. очевидны. Последовательное и преемственное изучение химических дисциплин способствует формированию у обучающихся необходимых знаний и умений для действенного и сознательного освоения других теоретических дисциплин [15].

В процессе обучения в вузе преподаватель химии показывает наличие метапредметных связей химии [16] с дисциплинами профессионального цикла, что убеждает обучающихся в том, что знания, получаемые при освоении химии, имеют прямое отношение к выбранной профессии и должны использоваться в их производственной деятельности. Изложение материалов химии должно быть на высоком научном уровне и иметь профессиональную направленность. Необходимо показать обучающимся роль и место химии в технике и технологии конкретного производства, перспективы его развития на основе новейших достижений той или иной отрасли науки.

Использование в изучении химии метапредметных связей позволяет уже с первых занятий ознакомить обучающихся с предметами, которые они будут изучать в процессе обучения. Указывая на занятиях по химии, для чего и в каких дисциплинах им пригодятся те или иные знания, преподаватель мотивирует освоение материала не только на одно занятие, для получения оценки, но и изменяет личностные интересы обучающихся.

Функции, выполняемые при реализации метапредметных связей

Метапредметные связи должны выполнять образовательную, воспитательную, развивающую и методическую функции:

Образовательная – формирование у обучающихся общей системы знаний о мире, отражающей взаимосвязь различных форм движения

материи.

Воспитательная – формирование системы знаний и основ научного мировоззрения.

Развивающая – формирование всесторонне гармонично развитой личности обучающегося.

Методическая – это обобщенная форма отношений между элементами структуры учебных дисциплин, обеспечивающая реализацию их мировоззренческих функций.

Метапредметные связи – фактор оптимизации процесса обучения

В настоящее время знания и умения, полученные обучающимися по различным дисциплинам, представляют собой сведения, которые слабо связаны между собой и в незначительной степени используются ими в процессе обучения.

Метапредметные связи играют важную роль в осуществлении принципов доступности и прочности знаний. Трудные и сложные вопросы нередко становятся более легкими и доступными, когда привлекаются знания смежных дисциплин. Известно, что *прочностью обладают лишь знания, включенные в систему и активно применяемые при усвоении новых вопросов.*

Формирование представлений о современной научной картине мира возможно лишь на метапредметной основе, так как каждая изучаемая дисциплина вносит свой вклад в решение этой проблемы.

Метапредметные связи – это важнейший фактор оптимизации процесса обучения, повышения его результативности, устранения перегрузки преподавателей и обучающихся.

Особое значение имеют метапредметные связи для эффективного использования организационных форм обучения, а также целенаправленной перестройки всех основных звеньев учебно-воспитательного процесса.

Чаще всего в процессе обучения, как в школе, так и в вузе, преобладают занятия с применением элементов метапредметных связей, что объясняется как спецификой содержания программ, так и недостаточно развитыми навыками осуществления связи между разными дисциплинами.

Для удобства внедрения метапредметных связей каждый преподаватель должен знать приемы их осуществления: обычные методы и приемы, но ориентированные на установление метапредметных связей, и специфичные для метапредметных связей и обогащающие сложившуюся систему методов обучения (табл. 1).

Таблица 1. Методические приемы осуществления метапредметных связей

<i>Методы и приемы, ориентированные на установление метапредметных связей</i>	<i>Специфические для метапредметных связей методы и приемы обучения</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Домашние задания с использованием материала смежных дисциплин. • Включение в лекции преподавателя учебного материала другой дисциплины. • Постановка проблемных вопросов. • Решение задач (количественных и качественных) метапредметного характера. • Самостоятельная учебно-исследовательская работа обучающихся с использованием материала смежных дисциплин. • Привлечение знаний из материалов смежных дисциплин при выполнении лабораторных работ по химии 	<ul style="list-style-type: none"> • Работа с учебниками по нескольким смежным дисциплинам на лабораторных занятиях по химии. • Выполнение письменных работ, которые разрабатываются и оцениваются преподавателями разных дисциплин. • Комплексные задания, метапредметные тексты, дифференцированные по предметам. • Ведение метапредметных тетрадей (выполнение заданий по разным предметам, направленных на решение общей учебной проблемы). • Групповая работа преподавателей по организации изучения метапредметных проблем. • Сообщения студентов о результатах учебно-исследовательской деятельности на студенческих научно-практических конференциях. • Творческие задания в лабораторных работах по химии метапредметного характера.

Наиболее эффективны методы реализации метапредметных связей направленные на активизацию умственной деятельности, на развитие навыков самостоятельной работы учащихся. Полезны специально разработанные с этой целью задания, требующие от учащихся обобщенного знания из различных учебных дисциплин.

Метапредметные связи, устанавливаемые по принципу общности методов исследования реального мира, требуют обучения *наблюдению, экспериментированию, выдвижению гипотез, моделированию и т.д.*

Метапредметные связи не только средство достижения общих социальных целей обучения – всестороннего развития личности обучающегося, но и один из необходимых факторов формирования конкретных педагогических задач, определения общепредметных систем знаний, умений, отношений.

Современный этап развития науки характеризуется двусторонним процессом интеграции и дифференциации наук, определяющим значение метапредметных связей учебных дисциплин. С одной стороны, каждая наука развивается в направлении все более глубокого проникновения в сущность познаваемых ею закономерностей природы. С другой стороны, науки развиваются как единый комплекс, взаимно обогащаясь как научными идеями, так и методами познания, что приводит к возникновению пограничных наук: биофизики, биохимии, физической химии, геофизики и др.

Установление связей в преподавании является целесообразным лишь в том случае, когда происходит изучение элементов общей предметной области, например химии и физики; химии и биологии и т.д. Учебный материал должен быть систематизирован и способен обеспечить систему интегрированных знаний.

Требования к метапредметным результатам освоения основной образовательной программы

Среди требований, которые предъявляются к метапредметным результатам освоения любой образовательной программы, можно отметить следующие:

- умение самостоятельно определять цели своего обучения, ставить и формулировать для себя новые задачи в учёбе и познавательной деятельности, развивать мотивы и интересы своей познавательной деятельности;

- умение самостоятельно планировать пути достижения целей, в том числе альтернативные, осознанно выбирать наиболее эффективные способы решения учебных и познавательных задач;

- умение соотносить свои действия с планируемыми результатами, осуществлять контроль своей деятельности в процессе достижения результата, определять способы действий в рамках предложенных условий

и требований, корректировать свои действия в соответствии с изменяющейся ситуацией;

- умение оценивать правильность выполнения учебной задачи, собственные возможности её решения;

- владение основами самоконтроля, самооценки, принятия решений и осуществления осознанного выбора в учебной и познавательной деятельности;

- умение определять понятия, создавать обобщения, устанавливать аналогии, классифицировать, самостоятельно выбирать основания и критерии для классификации, устанавливать причинно-следственные связи, строить логическое рассуждение, умозаключение (индуктивное, дедуктивное и по аналогии) и делать выводы;

- умение создавать, применять и преобразовывать знаки и символы, модели и схемы для решения учебных и познавательных задач;

- умение организовывать учебное сотрудничество и совместную деятельность с учителем и сверстниками; работать индивидуально и в группе: находить общее решение и разрешать конфликты на основе согласования позиций и учёта интересов;

- умение формулировать, аргументировать и отстаивать своё мнение;

- умение осознанно использовать речевые средства в соответствии с задачей коммуникации для выражения своих чувств, мыслей и потребностей; планирования и регуляции своей деятельности; владение устной и письменной речью, монологической контекстной речью;

- формирование и развитие компетентности в области использования информационно-коммуникационных технологий;

- формирование и развитие экологического мышления, умение применять его в познавательной, коммуникативной, социальной практике и профессиональной ориентации.

- использование умений и навыков различных видов познавательной деятельности,

- применение основных методов познания (системно-информационный анализ, моделирование) для изучения различных сторон окружающей действительности;

- использование основных интеллектуальных операций: формулирование гипотез, анализ и синтез, сравнение, обобщение, систематизация, выявление причинно-следственных связей, поиск аналогов;

- умение генерировать идеи и определять средства, необходимые для их реализации;

- умение определять цели и задачи деятельности, выбирать средства реализации цели и применять их на практике;
- использование различных источников для получения химической информации.

Взаимосвязь химии с физикой

Химия и физика имеют общую предметную область – атомный и молекулярный виды материи [17]. Для изучения строения и свойств материи они используют одну и ту же теорию.

Приступая к отбору материала, осуществляющего связь химии с физикой, выделяют несколько принципов:

1. Физико-химические сведения должны быть органично связаны с программным материалом по химии.

Курсы химии и физики имеют общую предметную область. Это означает, что физико-химический материал может найти отражение и рациональное применение при изучении двух разделов курса физики – «Молекулярная физика» и «Квантовая механика». Использование физического материала при изучении других разделов химии является оправданным только в том случае, когда связь с программным материалом очевидна.

Факты, имеющие физико-химическое содержание и сообщаемые учащимся, должны быть верны в одинаковой мере и с физической, и с химической точек зрения.

2. Физико-химический материал должен быть доступным для усвоения и не вызывать перегрузки обучающихся.

Физико-химический материал должен соответствовать:

- теоретической подготовке обучающихся как по химии, так и по физике;
- методам изучения каждой конкретной темы по химии и отведенному на ее изучение времени.

Привлекаемый на занятиях физико-химический материал не должен содержать специализированной терминологии, несвойственной данной дисциплине, незнакомой обучающимся к моменту изучения химии и особенно выходящей за рамки программ по химии и физике.

В основе отбора физико-химического материала должно лежать стремление не к накоплению отдельных фактов, а к выработке представлений о научном методе, характерном для современной науки.

3. Физико-химический материал должен способствовать конкретизации и обобщению естественнонаучных понятий.

Вся история взаимодействия химии и физики полна примеров обмена идеями, объектами и методами исследования. На разных этапах своего развития физика предоставляла химии понятия и теоретические концепции, оказавшие сильное воздействие на развитие химии. При этом, чем больше усложнялись химические исследования, тем более глубоко физические методы исследования и расчетов проникали в химию. Необходимость измерения тепловых эффектов реакции, развитие спектрального и рентгеноструктурного анализа, изучение изотопов и радиоактивных химических элементов, кристаллических решеток вещества, молекулярных структур потребовали создания и привели к использованию сложнейших физических приборов.

Развитие современной науки подтвердило глубокую связь между физикой и химией, которая основывается на общности строения конкретных видов материи, в том числе и молекул веществ, состоящих в конечном итоге из одних и тех же химических элементов, атомов и элементарных частиц. В настоящее время на основе периодического закона осуществляется развитие исследований не только в химии, но и в ядерной физике, на границе с которой возникли такие смешанные физико-химические теории, такие как химия изотопов, радиационная химия.

Химия и физика изучают практически одни и те же объекты, но только каждая из них видит в этих объектах свою сторону, свой предмет изучения. Так, молекула является предметом изучения не только химии, но и молекулярной физики. Если первая изучает ее с точки зрения закономерностей образования, состава, химических свойств, связей, условий ее диссоциации на составляющие атомы, то последняя статистически изучает поведение масс молекул, обуславливающее тепловые явления, различные агрегатные состояния, переходы из газообразной в жидкую и твердую фазы и обратно, явления, не связанные с изменением состава молекул и их внутреннего химического строения. Сопровождение каждой химической реакции механическим перемещением масс молекул реагентов, выделение или поглощение тепла за счет разрыва или образования связей в новых молекулах убедительно свидетельствуют о тесной связи химических и физических явлений. Так, энергетика химических процессов тесно связана с законами термодинамики. Химические реакции, протекающие с выделением энергии, обычно в виде теплоты и света, называются экзотермическими. Существуют также эндотермические реакции, протекающие с поглощением энергии. Все сказанное не противоречит законам термодинамики: в случае горения энергия высвобождается одновременно с уменьшением внутренней энергии

системы. В эндотермических реакциях идет повышение внутренней энергии системы за счет притока тепла. Измеряя количество энергии, выделяющейся при реакции (тепловой эффект химической реакции, кДж/моль), можно судить об изменении внутренней энергии системы.

Еще один пример. Частным случаем первого начала термодинамики является *закон Гесса*. Он гласит, что тепловой эффект реакции зависит только от начального и конечного состояния веществ и не зависит от промежуточных стадий процесса [18]. Закон Гесса позволяет вычислить тепловой эффект реакции в тех случаях, когда его непосредственное измерение неосуществимо.

Как известно, предметом изучения химии являются превращения веществ, сопровождающиеся изменением их состава и (или) строения, при этом атомы не исчезают и не появляются вновь, они только перегруппировываются. Сущность химической реакции – разрыв химических связей в исходных веществах и образование химических связей в продуктах реакции. При этом изменяется электронное строение атомов, их взаимоположение. Поэтому внутренняя энергия продуктов реакции отличается от внутренней энергии реагентов (исходных веществ). Для того чтобы произошел элементарный акт химического взаимодействия, реагирующие частицы должны столкнуться друг с другом. Однако не каждое столкновение приводит к химическому взаимодействию. Последнее происходит в том случае, когда частицы приближаются на расстояния, при которых возможно перераспределение электронной плотности и возникновение новых химических связей. Взаимодействующие частицы должны обладать энергией, достаточной для преодоления сил отталкивания, возникающих между их электронными оболочками. Для того чтобы произошла реакция, т.е. чтобы образовались новые молекулы, необходимо сначала разорвать или ослабить связи между атомами в молекулах исходных веществ. При разрыве химических связей энергия затрачивается – процесс *эндотермический*. При образовании химической связи – энергия выделяется – процесс *экзотермический*.

Количество энергии в форме теплоты, которое выделяется или поглощается при протекании химической реакции, называется тепловым эффектом химической реакции.

Приемы использования *закона Гесса* поясним на примере процесса окисления железа. Уравнение реакции окисления железа до оксида железа (III) можно представить следующим образом:

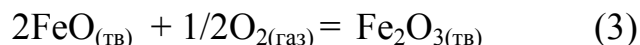


Указанную реакцию можно провести в две стадии с образованием промежуточного продукта оксида железа (II) FeO:

1 стадия:



2 стадия:



Все указанные реакции протекают при постоянном давлении, начальные и конечные состояния – температура, фазовые состояния для всех реакций одинаковы. С помощью закона Гесса можно рассчитать тепловой эффект каждой реакции.

Расчет для реакции (1): $2\text{Fe}_{(\text{тв})} + 3/2\text{O}_{2(\text{газ})} = \text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{тв})}$

Вещества	Fe	O ₂	Fe ₂ O ₃
----------	----	----------------	--------------------------------

Δ _f H ⁰ , кДж/моль	0	0	-822.2
--	---	---	--------

$$\Delta_r H^0 = \Delta_f H^0(\text{Fe}_2\text{O}_3) - 2\Delta_f H^0(\text{Fe}) - 3/2 \Delta_f H^0(\text{O}_2) = -822.2 \text{ кДж}$$

Расчет для реакции (2): $2\text{Fe}_{(\text{тв})} + \text{O}_{2(\text{газ})} = 2\text{FeO}_{(\text{тв})}$

Вещества	Fe	O ₂	FeO
----------	----	----------------	-----

Δ _f H ⁰ , кДж/моль	0	0	-272.4
--	---	---	--------

$$\Delta_r H^0 = 2\Delta_f H^0(\text{FeO}) - 2\Delta_f H^0(\text{Fe}) - \Delta_f H^0(\text{O}_2) = 2(-272.4) = -544.8 \text{ кДж}$$

Расчет для реакции (3): $2\text{FeO}_{(\text{тв})} + 1/2\text{O}_{2(\text{газ})} = \text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{тв})}$

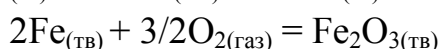
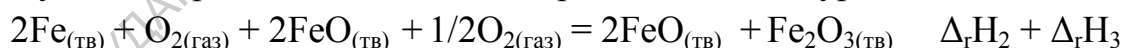
Вещества	FeO	O ₂	Fe ₂ O ₃
----------	-----	----------------	--------------------------------

Δ _f H ⁰ , кДж/моль	-272.4	0	-822.2
--	--------	---	--------

$$\Delta_r H^0 = \Delta_f H^0(\text{Fe}_2\text{O}_3) - 2\Delta_f H^0(\text{FeO}) - 1/2\Delta_f H^0(\text{O}_2) = -822.2 - (-272.8) = -$$

549.4 кДж

Используя закон Гесса, можно определить тепловой эффект реакции (1), если известны тепловые эффекты промежуточных реакций (2) и (3). Используем алгебраическое сложение термохимических уравнений:



$$\Delta_r H_1 = \Delta_r H_2 + \Delta_r H_3 = -544.8 + (-272.4) = -822.2 \text{ кДж}$$

Проведенные расчеты показывают, что тепловой эффект химической реакции (1) не зависит от пути ее протекания и определяется только начальным и конечным состоянием системы.

С возникновением теории относительности, квантовой механики и учения об элементарных частицах раскрылись еще более глубокие связи между физикой и химией. Оказалось, что разгадка объяснения существа свойств химических соединений, самого механизма превращения веществ лежит в строении атомов, в квантово-механических процессах его элементарных частиц и особенно электронов внешней оболочки. Именно новейшая физика сумела решить такие вопросы химии, как природа

химической связи, особенности химического строения молекул органических и неорганических соединений и т.д.

Внутренняя согласованность содержания физики и химии определяется общим составом научных знаний (понятия массы, энергии, пространства, энтропии, закон сохранения и взаимопревращения материи и энергии, молекулярно-кинетическая теория, строение атома и его неисчерпаемость, периодичность химических и физических свойств элементов, квантовая механика и др.).

Система построения курса химии обеспечивает формирование и развитие системы научных понятий. Ряд понятий, целенаправленное формирование которых осуществляется в курсе химии, активно используется физикой.

К числу таких понятий относятся: вещество, атом, молекула, масса, заряд, моль, энергия и др. (рис. 1). Однако понятия в курсе физики и химии при одинаковой смысловой нагрузке могут иметь различные значения. Например, в курсе химии заряд протона равен $+1$ а в курсе физики заряд протона (q_p) равен $1.6 \cdot 10^{-19}$ Кл, Очевидно, что в физике используется абсолютное значение величины, а в химии – кратность модулю элементарного заряда.

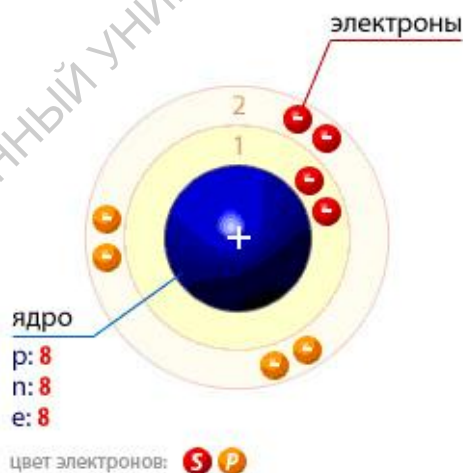


Рисунок - 1. Строение атома кислорода

Отбор и включение в курс химии материала, показывающего универсальность ряда понятий химии и специфичность использования этих понятий в физике, будет способствовать их конкретизации и обобщению.

Рассмотренные выше аспекты взаимодействия физических и химических наук и вытекающие из них основные направления реализации связи физики с химией (табл. 2), а также принципы отбора физико-химического материала

позволили определить объем информации, который целесообразно использовать в курсе химии для осуществления преподавания химии в связи с физикой, исходя из необходимости более подробного изучения строения веществ и их свойств, изучаемых химией [5].

Таблица 2. Содержание физико-химического материала (школьный уровень)

<i>Химический материал</i>	<i>Физический материал</i>
Основные понятия атомно-молекулярной теории: атом, молекула, количество вещества, молярная масса, постоянная Авогадро.	Молекулярная физика: основные положения молекулярно-кинетической теории газов.
Температура как мера средней кинетической энергии молекул. Закон Авогадро.	Температура и способы ее измерения.
Виды агрегатных состояний веществ и причины перехода между различными состояниями. Виды химических связей: ковалентная, ионная, металлическая.	Агрегатные состояния и фазовые переходы.
Межмолекулярное взаимодействие.	Свойства поверхности жидкости. Капиллярные явления.
Молекулярное и немолекулярное строение вещества. Атомные, молекулярные, ионные и металлические кристаллы.	Кристаллические тела. Механические свойства твердых тел.
Введение понятия потенциальной и кинетической энергии молекул как составной части внутренней энергии тела.	Термодинамический метод.
Закон сохранения энергии. Экзо- и эндотермические реакции. Ковалентная связь.	Первый закон термодинамики.
Взаимодействие между разноименно заряженными частицами вещества. Ионное строение вещества.	Электродинамика: Электрическое поле.
Проводники и диэлектрики в электрическом поле.	Электронное строение атомов металлов. Диполь.

Условия существования постоянного тока.	Металлический кристалл, физические и химические свойства металлов.
Растворы: электролиты, неэлектролиты, анион, катион, ионная реакция, электролиз.	Электрический ток в электролитах.
Химическое взаимодействие	Электромагнитные колебания и волны: Электромагнитные волны. Дифракционные методы определения структуры вещества.
Планетарная модель строения атома. Различие моделей атома Бора – Резерфорда и Шредингера. Принцип построения периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева. Квантовые числа. Электронная оболочка. Заряд ядра и число электронов в атоме. Изотопы.	Квантовая физика: Ядерная модель атома. Квантовые постулаты Бора. Элементы квантовой механики. Уравнение Шредингера. Принцип Паули. Атомное ядро. Радиактивность. Химические реакции, происходящие при альфа- и бета-распаде. Радиоактивные изотопы.

В качестве примера можно остановиться на вопросе объяснения окраски химических соединений. Из школьного курса физики учащиеся имеют знания: *цвет* – качественная субъективная характеристика электромагнитного излучения оптического диапазона, определяемая на основании возникающего физиологического зрительного ощущения и зависящая от ряда физических, физиологических и психологических факторов.

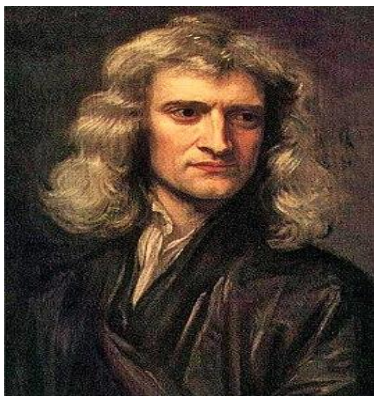
Цвет - это свойство тела вызывать определенные зрительные ощущения в соответствии со спектром пропускаемого телом излучения.



Рисунок - 2. Восприятие света человеческим глазом

Другими словами, цвет — это *ощущение*, которое получает человек при попадании ему в глаз световых лучей (рис.2). Поток света с одним и тем же спектральным составом вызывает разные ощущения у людей в силу того, что у них различаются характеристики восприятия глаза, и для каждого из них цвет будет разным. Отсюда следует, что споры, «какой цвет на самом деле», бессмысленны — смысл имеет только измерение того, каков «на самом деле» состав излучения.

И.Ньютон (1643-1727 г) исследовал поток света и обнаружил 7 цветов спектра, то есть обычный свет состоит из лучей разных цветов (рис. 3), пространственно разделяющихся и у каждого луча свой показатель преломления и свой угол отклонения. В наибольшей степени преломляются лучи с короткими длинами волн – фиолетовые и синие; а слабее – лучи, длины волн которых больше – красные.



И.Ньютон (1643-1727 г)



Призма Ньютона

Рисунок - 3. Семь слагающих обычного света

Ощущение цвета возникает в мозге человека при возбуждении и торможении цветочувствительных клеток-рецепторов глазной сетчатки. У человека 3 вида сенсоров - рецепторов, различающихся по чувствительности и каждый из которых отвечает за восприятие одного цвета - «красного» (750 нм); «зеленого» (540 нм); «синего» (440 нм). Каждое ощущение человека может быть представлено в виде суммы ощущений этих 3-х цветов – «трехкомпонентная теория цветового зрения». Именно изменение цвета помогает выделить блок качественных реакций на различные катионы и анионы.

Видимый свет представляет собой электромагнитное излучение, длина волны которого находится в пределах от 400 до 700 нм. Энергия этого излучения обратно пропорциональна его длине волны:

$$E = N_A \cdot h \cdot c / \lambda,$$

где N_A – число Авогадро, равное $6.02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹
 h – постоянная Планка, равна $6.6 \cdot 10^{-34}$ Дж/с
 c – скорость света, равная $3.0 \cdot 10^8$ м/с
 λ – длина волны максимума поглощения, м

Цвета спектра создаются световыми волнами различной длины. Каждому цвету соответствует своя длина волны (рис. 4,5). Первым измерил длины волн разных цветов Томас Юнт (1773-1829 г).

Если образец поглощает свет всех длин волн, лучи от него не отражаются, и такой предмет кажется нам черным.

Если же образец вообще не поглощает свет, человек воспринимает его как белый или бесцветный, что понятно из нижеприведенной схемы:

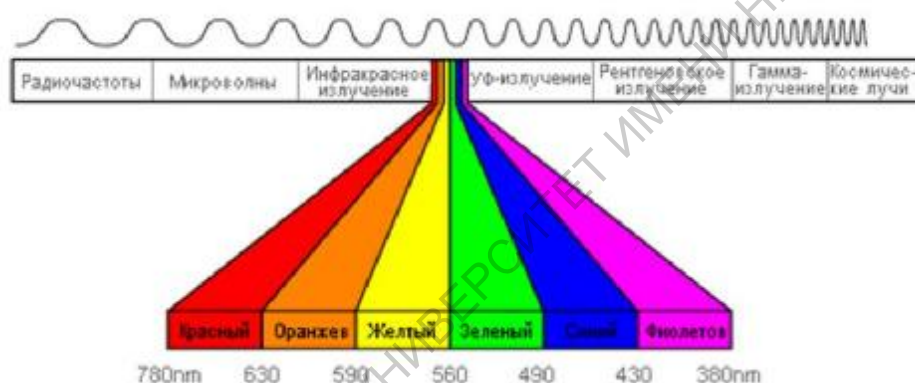


Рисунок - 4. Спектр цветов, воспринимаемый глазом человека и соответствующие длины волн

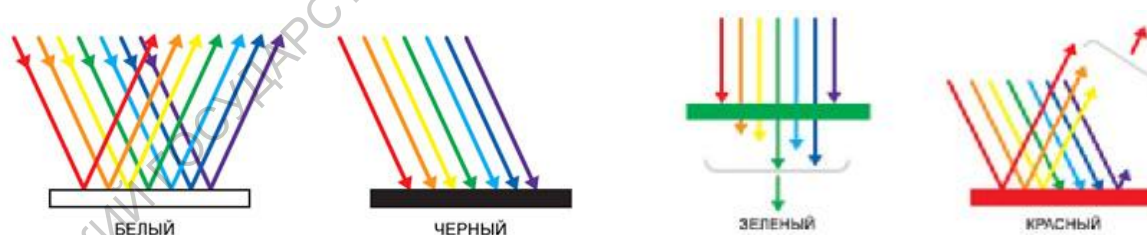


Рисунок – 5. Схема поглощения и отражения света различными поверхностями

Если образец поглощает все лучи кроме оранжевого, то он кажется нам оранжевым. Возможен и другой вариант - образец кажется оранжевым и тогда, когда в газ человека попадают лучи всех цветов, кроме голубого. И наоборот, если образец поглощает только оранжевые лучи, он кажется голубым. Голубой и оранжевый цвет называются *дополнительными*. Ниже представлена таблица основных и дополнительных цветов (табл.3).

Таблица 3. Основные и дополнительные цвета

Цвет поглощаемого излучения	красный	оранжевый	желтый	зеленый	голубой	фиолетовый
Дополнительный цвет	зеленый	голубой	фиолетовый	красный	оранжевый	желтый

Цвет большинства неорганических соединений обусловлен подвижностью электрона и возможностью его перехода при поглощении энергии на свободные подуровни, в общем, электронными переходами и переносом заряда от атома одного элемента к атому другого элемента. Чем больше электронов в атоме, тем ближе друг к другу находятся электронные уровни, тем меньше различие в энергии этих уровней и соответственно для перехода электрона требуются кванты света с меньшей энергией.

Задания для самостоятельной работы студентов:

- Разработайте план-конспект бинарного урока на тему «Электролитическая диссоциация», «Сильные и слабые электролиты» с использованием учебных рабочих программ по химии и физике для 9 класса.
- Разработайте учебный план урока на тему «Электролиз растворов – способ получения химических веществ», используя физические и химические термины, понятия и законы для учащихся 11 классов.

Взаимосвязь химии с математикой

Без математики невозможны серьезные химические исследования. Применение математических методов для обработки химических закономерностей, поиска связей между строением и свойствами веществ, кодирования веществ по молекулярной структуре, подсчета числа изомеров органических веществ, математических методов анализа результатов привело к возникновению нового направления – математической химии.

Понятие о симметрии позволяет с общих научных позиций объяснить строение кристаллов, свойства элементарных частиц, построить изображения в оптике. Использование математики в курсе химии предполагает применение физических понятий при решении математических задач, при выведении абстрактных математических понятий. В этих условиях учащиеся реально ощущают огромную силу математики, которая является и «королевой», и «служанкой» наук.

Широкое использование математики в курсе химии позволяет сформировать у учащихся более гибкое и рациональное мышление, умение мобильно переключаться с одного способа доказательства на другой, закреплять вычислительные и расчетно-графические навыки. Усиливается математизация курса химии. Опора на математические методы позволяет количественно оценивать закономерности химических процессов. Большое значение имеют графические способы представления различных закономерностей. Происходит обобщение математических знаний и умений. Схемы (кластеры, карты памяти), которые применяются в процессе обучения, призваны облегчить процесс овладения материалом, снять различного рода сложности, обеспечить преодоление нарастающих трудностей, сконцентрировать внимание на главном, сформировать прочные навыки и умения. Схемы можно применять для реализации самых разных целей: изучение и закрепление (систематизация) материала, обучение при решении задач. Главное – научить обучающихся связно высказываться и оперировать изучаемым материалом. Необходимо научиться осознавать важность «мелочей» и удерживать их в памяти. Принцип построения схем довольно прост: основные понятия темы записываются последовательно, и между ними при помощи стрелок устанавливается взаимосвязь. Используя такие схемы, можно логично излагать материал, добавляя смысловые связи из слов или словосочетаний. Схемы позволяют развивать наглядно образное мышление, умение связно и последовательно излагать свои мысли. Они способствуют постепенному развитию памяти, восприятия и воображения. Внимание становится более устойчивым, а процесс запоминания более эффективным, если одновременно с восприятием речевых образцов обучающиеся работают по схемам.

Обучающиеся средней школы испытывают большие затруднения при построении графической зависимости какого-либо свойства от конкретного фактора, например, зависимость растворимости вещества от изменения температуры.

Для студентов первого курса аналогичные затруднения возникают при изучении темы «Скорость химических реакций».

Значительные проблемы возникают при выборе масштаба, нанесения экспериментальных данных и построения графической зависимости.

И в химии и в математике используется принцип пропорциональности. Решение задач в химии связано с логикой качественно-количественных взаимоотношений между компонентами изучаемой системы с учетом природы реагирующих веществ. Качественно-

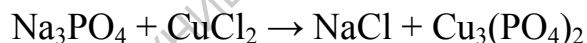
количественные отношения в химических задачах задаются по горизонтальной составляющей - по уравнению реакции, которое отражает качественно-количественные закономерности химического взаимодействия реагирующих веществ. Использование принципа пропорциональности вызывает затруднения при решении задач типа «избыток-недостаток».

В этом случае проводится расчет с использованием уравнения химической реакции. Во многих случаях реакция химического взаимодействия между реагентами протекает в условиях избытка одного из реагентов. Поэтому по завершении реакции некоторая часть таких реагентов остается неизрасходованной или взаимодействует с одним из продуктов реакции. Количество продукта реакции определяется количеством того из исходных веществ (реагентов), который полностью расходуется в реакции. Он называется *лимитирующим* реагентом.

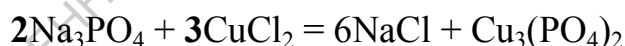
Рассмотрим конкретный пример:

Задача: Определите массу осадка, который образуется при взаимодействии 219 г раствора фосфата калия с массовой долей растворенного вещества 1.5% с 150 г 5%-ного раствора хлорида меди (II).

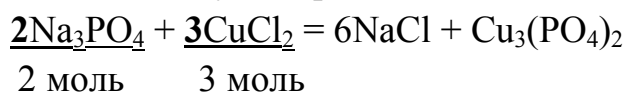
Решение. Запишем схему описанного химического взаимодействия: (при написании формул химических веществ учитываем принцип электронейтральности)



Расставим коэффициенты в приведенной схеме, чтобы иметь уравнение химического процесса:



Число атомов каждого вида должно быть одинаковым в левой и правой частях уравнения химической реакции, т.к. атомы не исчезают и не появляются вновь, они перегруппировываются в ходе реакции. В уравнении реакции подчеркнуть формулу вещества, масса которого указана в условии задачи и формулу вещества, массу которого необходимо вычислить.



Под формулами подчеркнутых веществ указать количества веществ (число молей) согласно уравнению реакции (эти числа соответствуют коэффициентам, стоящим перед формулами веществ в уравнении реакции).

Информация из уравнения: в результате взаимодействия 2 моль вещества Na_3PO_4 с 3 моль CuCl_2 образуется 1 моль $\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$. Соотношение реагирующих веществ должно быть 2:3 (по молям).

Решение задачи сводится к расчету количества каждого из исходных компонентов:

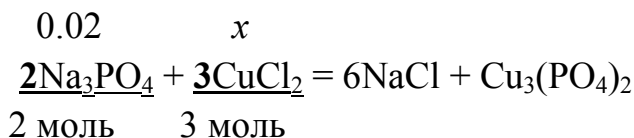
для расчета количества вещества используем формулы:

$$m(\text{в-ва}) = \omega m(\text{р-ра}) \text{ и } n = m(\text{в-ва})/M;$$

$$m(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 0.015 \cdot 219 = 3.28 \text{ (г)}; \quad n(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 3.28 / 164 = 0.02 \text{ (моль)}$$

$$m(\text{CuCl}_2) = 0.05 \cdot 150 = 7.5 \text{ (г)}; \quad n(\text{CuCl}_2) = 7.5 / 135 = 0.05(5) \text{ моль}$$

Сравнивая соотношение рассчитанных количеств реагирующих веществ $n(\text{Na}_3\text{PO}_4) : n(\text{CuCl}_2) = 0.02 / 0.05 = 1:4$ (или $2:8$) с условием задачи ($2:3$) или используем принцип пропорциональности:



x равно 0.03 моль; т.е. для взаимодействия 0.02 моль Na_3PO_4 необходимо наличие 0.03 моль соли меди, а по условию задачи оно присутствует в большем количестве, равном 0.05 моль. Убеждаемся, что вещество хлорид меди CuCl_2 присутствует в избытке: лимитирующим реагентом является фосфат натрия Na_3PO_4 и количество вещества фосфата натрия равно количеству вещества осадка $\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$.

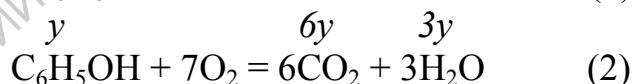
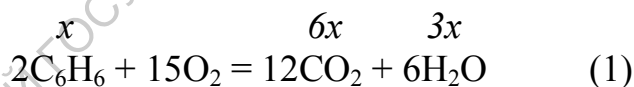
Масса образующегося осадка равна $0.02 \cdot 477 = 9.54$ (г)

Математический прием – решение системы уравнений с двумя неизвестными, широко применяемый в химии, представляет значительную трудность, как для учащихся средних образовательных учреждений, так и для студентов.

Рассмотрим типичный пример решения задачи на определение состава смеси.

Задача. Смесь бензола и толуола при сгорании образует 103.04 л CO_2 (н.у.) и 45 г H_2O . Определите состав смеси (массу каждого вещества и массовую долю каждого компонента, в %).

Решение. Запишем уравнения реакций горения каждого вещества смеси.



Пусть количество вещества бензола, вступающего в реакцию равно $n(\text{C}_6\text{H}_6) - x$ моль; тогда количество вещества толуола $n(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) - y$ моль. Используя уравнение реакции сгорания каждого вещества, указываем количество вещества углекислого газа, образующегося при сгорании бензола $n_1(\text{CO}_2) = 6x$; при сгорании толуола $n_2(\text{CO}_2) = 6y$.

Суммарное количество вещества углекислого газа, образующегося при сгорании смеси рассчитывается:

$$n(\text{CO}_2)_{\text{общ}} = V_{\text{газа}} / V_{\text{м}} = 103.04 / 22.4 = 4.6 \text{ моль}$$

Одно из уравнений для использования системы уравнений имеет вид:

$$6x + 6y = 4.6$$

Суммарное количество вещества воды, образующейся при сгорании смеси равно $m(\text{H}_2\text{O}) / M(\text{H}_2\text{O}) = 45 / 18 = 2.5$ моль

По аналогии количество вещества воды, образующейся по реакции (1) и реакции (2) соответственно равны $n_1(\text{H}_2\text{O}) = 3x$ и $n_2(\text{H}_2\text{O}) = 3y$.

Второе уравнение реакции для использования системы уравнений имеет вид:

$$3x + 3y = 2.5$$

Запишем систему уравнений:

$$6x + 6y = 4.6$$

$$3x + 3y = 2.5$$

Решая данную систему уравнений, определяем, что $y = 0,066(6)$; $x = 0,76(6)$.

Масса бензола в смеси = $nM(\text{C}_6\text{H}_6) = 0.76 \cdot 78 = 59.28$ (г).

Масса толуола в смеси = $nM(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 0.066 \cdot 94 = 6.20$ (г)

Масса смеси составляет $59.28 + 6.20 = 65.48$ (г).

Массовая доля бензола в смеси: $(59.28 / 65.48) 100 = 90.53(\%)$; массовая доля толуола в смеси = $9,47$ (%).

Кроме того, учащимся мало знакома формула, устанавливающая взаимосвязь массовой доли вещества в насыщенном растворе с его растворимостью:

$$\omega = S / (S + 100),$$

где S – растворимость вещества при определенной температуре, г/100 г воды. Следовательно, S – масса растворенного вещества, а $(S + 100)$ – масса раствора.

Задача. Насыщенный при 20°C раствор нитрата серебра массой 150 г охладили до 0°C (растворимость нитрата серебра при 20°C 228 г/100 г воды; а при 0°C – 125 г/100 г воды), рассчитайте массу безводной соли выпавшей в осадок. Определите состав раствора после охлаждения.

Решение. Имеем насыщенный при 20°C раствор массой 150 г. S – растворимость нитрата серебра при указанной температуре 228 г. Можно, используя формулу

$$\omega = S / (S + 100),$$

рассчитать массовую долю нитрата серебра в этом растворе:

$$\omega^{20} = 228 / 228 + 100 = 0,695$$

Используя величину ω^{20} , рассчитаем массу вещества в 150 г раствора:

$$m^{20}(\text{AgNO}_3) = \omega^{20} m^{20}(\text{р-ра}) = 0,695 * 150 = 104,25 \text{ (г)}$$

При охлаждении раствора до 0°C образуется насыщенный раствор с массовой долей $\omega^0 = 125 / 125 + 100 = 0,555$. Этот процесс сопровождается

образованием нитрата серебра в твердой фазе, что приводит к уменьшению массы растворенного при 20°C вещества и одновременно с этим происходит уменьшение массы раствора, поэтому можем записать следующую формулу:

$$\omega^0 = [m^{20}(\text{в-ва}) - x] / [m^{20}(\text{р-ра}) - x] = (104,25 - x) / (150 - x),$$

где x – масса нитрата серебра, выпавшего в осадок (г)

$$0,555 = (150 - x) / (104,25 - x),$$

$x = 47,19$ (г); масса нитрата серебра, выпавшего в осадок при охлаждении раствора до 0°C. Рассчитаем состав раствора после охлаждения:

m^0 (р-ра) AgNO_3 уменьшилась и составляет $150 - 47,19 = 102,8$ (г)

m^0 (вещества) AgNO_3 уменьшилась и составляет $104,25 - 47,19 = 57,1$ (г).

Таблица 4. Формулы, наиболее часто используемые при решении задач по химии

$N = N_A \cdot \nu$	$\upsilon = k \cdot [A]^a \cdot [B]^b$
$\nu = \frac{m}{M}$	$\frac{\upsilon_2}{\upsilon_1} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$
$\nu = \frac{V}{V_m}$	$\alpha = \frac{N_{\text{дисс}}}{N_{\text{общ}}}$
$\frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{P \cdot V}{T}$	$K_w = [H^+][OH^-]$
$P \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$	$C_M = \frac{\nu}{V_{\text{р-ра}}}$
$\omega(X) = \frac{m(X)}{m_{\text{р-ра}}}$	$N_1 = \frac{\nu_1}{\nu_1 + \nu_2}$

Существенную помощь при решении разнообразных расчетных задач оказывает комплект формул (табл.4), наиболее часто применяемых обучающимися.

Широкое использование математических методов определило появление математической химии.

Перспективным направлением современной химии является математическое планирование эксперимента, которое можно считать одним из разделов математического моделирования.

Квантовая механика изучает состояния микрочастиц (электронов, атомных ядер, атомов, молекул), изменение этих состояний во времени, а также связь состояния микрочастиц (например, энергии системы) с экспериментально наблюдаемыми свойствами. Методы квантовой химии используют для расчетов строения и реакционной способности различных химических соединений.

В результате интеграции аналитической химии и прикладной математики появилась хемометрика – интегративная дисциплина, содержанием которой является контроль и оптимизация химико-аналитических процедур.

Задания для самостоятельной работы студентов:

Разработайте методику решения задач комбинированного типа, сложность которых сопоставима с условиями задач № 34, предлагаемых в вариантах ЕГЭ и основанных на использовании полимодального обучения [19].

Взаимосвязь химии с биологией

При изучении физики и химии биологические знания привлекаются с целью раскрытия всеобщности законов и процессов живой и неживой природы. Общеизвестно, что химия и биология долгое время шли каждая своим собственным путем, хотя давней мечтой химиков было создание в лабораторных условиях живого организма.

Резкое укрепление взаимосвязи химии с биологией произошло в результате создания А.М. Бутлеровым теории химического строения органических соединений. Поступательное развитие науки в XIX в., приведшее к раскрытию структуры атома и детальному познанию строения и состава клетки, открыло перед химиками и биологами большие возможности совместной работы над химическими проблемами учения о клетке, о характере химических процессов в живых тканях, об обусловленности биологических функций химическими реакциями.

Если рассматривать обмен веществ в организме с чисто химической точки зрения, то можно увидеть совокупность большого числа сравнительно простых и однообразных химических реакций, которые сочетаются между собой во времени, протекают не случайно, а в строгой последовательности, в результате чего образуются длинные цепи реакций. И этот порядок закономерно направлен, к постоянному самосохранению и

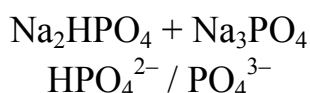
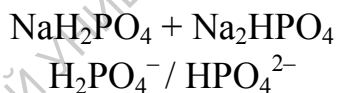
самовоспроизведению всей живой системы в целом в данных условиях окружающей среды.

Словом, такие специфические свойства живого, как рост, размножение, подвижность, возбудимость, способность реагировать на изменения внешней среды, связаны с определенными комплексами химических превращений.

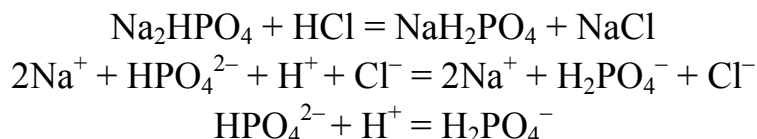
При нормальных условиях организм здорового человека находится в состоянии водного равновесия, т.е. количество потребляемой и образующейся в организме воды равно количеству выделяемой воды. Нарушение этого равновесия, в частности уменьшения воды, вызывает в организме человека тяжелые последствия. Водное равновесие в организме регулируется нервной системой и железами внутренней секреции, а также часто физическими факторами – гидростатическим и осмотическим давлением воды.

Буферные системы играют огромное значение для жизнедеятельности человека. Они поддерживают значение кислотности биологических жидкостей (крови, мочи, слюны и т.д.), необходимое для протекания биохимических реакций, обеспечивающих нормальное функционирование органов и тканей.

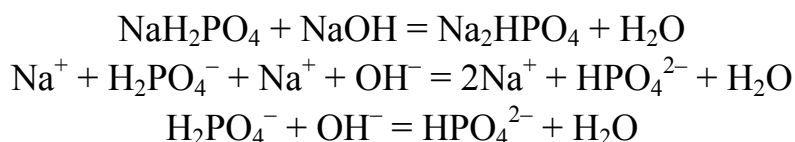
В качестве примера рассмотрим фосфатные буферные растворы



Указанные буферные системы являются кислотными, образованы двумя солями. Рассмотрим механизм действия одной из буферных систем ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{Na}_3\text{PO}_4$): добавленная к буферному раствору сильная кислота реагирует с солевой компонентой системы и заместится на эквивалентное количество компоненты, играющей роль слабой кислоты:



Внесенная щелочь, наоборот, заместится на эквивалентное количество нейтральной солевой компоненты буфера:



Основными буферными системами человеческого организма являются: гидрокарбонатная (бикарбонатная), фосфатная, белковая, гемоглобиновая и оксигемоглобиновая (рис.6). В различных количествах и сочетаниях они присутствуют в той или иной биологической жидкости. Причем только кровь содержит в своем составе все четыре системы. Кровь представляет собой взвесь клеток в жидкой среде и поэтому ее кислотно-основное равновесие поддерживается совместным участием буферных систем плазмы и клеток крови.

Особенно жесткие ограничения на возможные колебания значений pH накладываются на кровь. Состоянию нормы соответствует интервал значений $\text{pH} = 7.4 \pm 0.05$. Фосфатная буферная система составляет всего лишь 1% буферной емкости крови.

Когда компенсаторные механизмы организма не способны предотвратить сдвиги концентрации водородных ионов, наступает нарушение кислотно-основного равновесия. При этом наблюдаются два противоположных состояния – ацидоз и алкалоз (рис. 6).

При ацидозе концентрация водородных ионов в крови становится выше границ нормы. При этом, естественно pH уменьшается. Снижение величины pH ниже 6.8 вызывает смерть. Состояние алкалоза наблюдается при уменьшении концентрации ионов H^+ (pH, соответственно, возрастает) по сравнению с нормой. Увеличение значений pH до 8.0 приводит к быстрому летальному исходу.



Рисунок – 6. Буферные системы крови

Нарушение pH-баланса организма у большинства людей проявляется в виде повышенной кислотности. В этом состоянии организм плохо усваивает минеральные вещества и химические элементы, такие как кальций, натрий, калий и магний, которые, благодаря избыточной кислотности, выводятся из организма. От повышенной кислотности

организма страдают жизненно важные органы. Не выявленное вовремя «закисление» организма может вредить организму незаметно, но постоянно. Злоупотребление алкоголем часто приводит к увеличению кислотности в организме. Повышение кислотности может возникать, как осложнение у людей, страдающих от диабета. При «закислении» организма могут появиться следующие проблемы:

- заболевания сердечно-сосудистой системы, спазм сосудов и уменьшение концентрации кислорода в крови;
- увеличение веса и диабет;
- развитие заболеваний почек и мочевого пузыря, образование камней.
- снижение иммунитета организма;
- возникновение и развитие онкологических заболеваний;
- хрупкость костей, нарушение работы опорно-двигательного аппарата, образование остеофитов (шпор);
- возникновение болевых ощущений в мышцах, связанных с накоплением молочной кислоты и суставных болей.

При повышенном содержании щелочи в организме нарушается усвоение продуктов питания. Пища усваивается гораздо медленнее, что позволяет токсинам проникать из желудочно-кишечного тракта в кровь. Повышенное содержание щелочи в организме опасно и трудно поддается корректировке. В основном, оно является результатом употребления лекарств, содержащих щелочь.

Повышенное содержание щелочи может спровоцировать:

- проблемы с состоянием кожи и работы печени;
- возникновение неприятного запаха изо рта и от тела;
- развитие активности жизнедеятельности паразитов;
- аллергические проявления, в том числе обусловленные пищей и загрязнением окружающей среды;
- обострение различных хронических заболеваний;
- проблемы с перистальтикой кишечника.

Величина рН крови одна из самых жестких физиологических констант организма. В норме этот показатель может меняться в пределах 7.36 – 7.42. Сдвиг этого показателя хотя бы на 0.1 может привести к тяжелой патологии.

При изменении рН крови на 0.2 развивается коматозное состояние, на 0.3 – человек погибает. Большинство проблем женщин среднего возраста связано с излишним употреблением мясной и недостатком употребления

овощной пищи. Поэтому организму ничего не остается, как забирать кальций из собственных костей, и с его помощью регулировать уровень pH.

Для поддержания кислотно-щелочного баланса организм:

- выделяет кислоты - через желудочно-кишечный тракт, почки, легкие, кожу;

- нейтрализует кислоты - с помощью минералов: кальций, магний, калий, натрий;

- накапливает кислоты - в тканях, прежде всего в мышцах.

Слюна человека имеет преимущественно щелочную реакцию (колебание pH 6.0-7.9). Печень - реакция пузырной желчи близка к нейтральной (pH около 7.0), реакция печеночной желчи щелочная (pH 7.5 – 8.0). Желудочный сок характеризуется резко кислой средой (на высоте пищеварения pH 1.8-3.0). Панкреатический сок поджелудочной железы имеет слабощелочной характер.

Содержимое тонкого кишечника характеризуется щелочной реакцией, а толстый кишечник имеет слабокислотную реакция среды.

Отложение мочевой кислоты в суставах служат причиной подагры. Камни мочевого пузыря и почек также состоят из мочевой кислоты или ее солей - уратов.

Развитие болезней в организме человека зависит от кислотно-основного равновесия, т.е. pH баланса различных биологических жидкостей. Сбалансированная pH-среда обеспечивает нормальное протекание метаболических процессов в организме, помогая ему бороться с заболеваниями. При нарушении pH баланса в организме возникают различные заболевания. С помощью pH тест-полосок можно легко, быстро и точно определить уровень pH, не выходя из дома. Если уровень pH урины колеблется в пределах 6.0-6.4 утром и 6.4-7.0 вечером, то организм человека функционирует нормально. Если в слюне величина pH остается между 6.4-6.8 в течение всего дня – это также свидетельствует о здоровье вашего организма. Наиболее оптимальный уровень pH слюны и урины слегка кислый, в пределах 6.4-6.5. Лучшее время для определения уровня pH – за 1 час до еды или через 2 часа после приема еды.

Таким образом, поддержание кислотно-щелочного баланса организма осуществляется набором пищевых продуктов, употребляемым человеком. Поэтому качество пищевых продуктов является первостепенной задачей человека, стремящегося сохранить свое здоровье.

Значение химии среди наук, изучающих жизнь, исключительно велико. Именно химией выявлена важнейшая роль хлорофилла (зеленого пигмента)

как химической основы фотосинтеза, благодаря которому образуется кислород, необходимый для дыхания.

Хлорофилл - порфириновый комплекс, поглощает все фотоны видимого света, за исключением тех, для которых длины волн соответствуют зеленой части спектра.

Зеленый цвет на диаграмме цветов расположен напротив как красного, так и фиолетового, т.е. напротив того диапазона длин волн, где встречаются два противоположных конца видимого участка спектра. Следовательно, вещество может восприниматься как зеленое, если оно поглощает низкоэнергетический длинноволновый красный цвет или высокоэнергетический коротковолновый фиолетовый цвет, или оба эти цвета. Поглощаемый хлорофиллом свет является источником энергии для процесса фотосинтеза, в котором из CO_2 и H_2O образуются углеводы и кислород. Таким образом, молекула хлорофилла - это антенна, с помощью которой зеленые растения улавливают солнечную энергию и тем самым открывают путь всем другим процессам и формам жизни. Координационные связи между донорными атомами азота порфиринового цикла и катионом магния в хлорофилле не очень прочны, поскольку не реализуется максимально возможное для магния координационное число шесть. Поэтому Mg^{2+} может быть замещен другими двухзарядными катионами Cu^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} , а также двумя катионами H^+ . Однако ни один из этих катионов, внедренных в хлорофилл, не может повторить координационное поведение Mg^{2+} . Комплексные соединения порфиринового цикла с другими катионами не обеспечивает фотосинтетическую активность соединений. Хлорофилл поглощает свет очень эффективно и может маскировать другие цвета. Некоторые из них, красный и желтый цвета, проявляются осенью, когда молекулы хлорофилла разлагаются. При варке или поджаривании растительных пищевых продуктов расположенный в центре молекулы атом Mg^{2+} замещается на атом водорода. Такая замена сопровождается изменением количества энергии, необходимой для возбуждения оставшейся части молекулы. Поэтому подвергшиеся кулинарной обработке листья меняют свой цвет и иногда совсем теряют зеленый цвет.

В процессе разложения хлорофилла осенью при понижении температуры появляются необыкновенно красивые цвета каротинов, антицианинов, флавонолов - органических пигментов, устойчивых к низким температурам (рис. 7).



Рисунок – 7. Осенний лес

Железо жизненно важный элемент для всех организмов. В организме взрослого человека содержится в перерасчете на железо 4-5 г, из них 65% - в крови; железо накапливается в печени, костном мозгу, селезенке. Содержание железа в различных продуктах колеблется в широком интервале, предельно допустимая концентрация железа не должна превышать величины, указанные в табл. 5.

Таблица 5. ПДК содержания железа в пищевых продуктах

<i>Виды продуктов</i>	<i>ПДК, мг/ кг</i>
Рыбные	30.0
Мясные	50.0
Молочные	3.00
Хлеб, зерно	50.0
Овощи	50.0
Фрукты	50.0
Соки	15.0

При недостатке железа в организме человека может развиваться болезнь – железодефицитная анемия (малокровие). Возникает тканевая кислородная недостаточность, связанная с нехваткой железа для синтеза гемоглобина. В результате доставка кислорода к периферическим органам снижается, и, соответственно, понижается уровень клеточного дыхания, замедляется обмен веществ. В качестве лекарственных препаратов используют соединения, представляющие собой бионеорганические

комплексы железа с сахарами, никотинамидом и другими органическими веществами. Такие комплексы хорошо всасываются в кровь, с чем и связана их фармакологическая эффективность.

Присутствие в воде повышенного содержания железа приводит к изменению цветности, прозрачности, запаха и привкуса воды. ПДК железа по органолептическому признаку равна 0.3 мг/л. При длительном употреблении воды с содержанием железа более 1 мг/л возможна сухость, шелушение и раздражение кожи. Минимальная суточная потребность в железе колеблется в пределах 7-14 мг.

При нехватке железа у растений развивается хлороз, листья приобретают желтоватый оттенок. Хлороз развивается у растений в тех случаях, когда содержащееся в почве железо входит в состав лишь нерастворимых соединений, и поэтому растения не могут его усваивать.

Железо может присутствовать в почве в виде ионов Fe^{3+} и Fe^{2+} . Преобладание той или другой формы зависит от того, насколько легко кислород проникает в почву и насколько легко идет окисление. Хотя растения могут усваивать как ионы Fe^{2+} , так и Fe^{3+} , в нормальных почвах (рН-7) растворимость соединений Fe^{3+} немного меньше. Растения, растущие на щелочных почвах, чаще испытывают недостаток железа. Это положение нельзя исправить добавлением в почву солей железа, поскольку оно перейдет в нерастворимую форму. В сельскохозяйственной практике используют хелатированное железо, оно не выпадает в осадок и поэтому поступает в растения.

Химия установила важную роль гемоглобина как основы процесса дыхания. Молекулярный кислород обратимо взаимодействует с гемоглобином с образованием оксигенильных комплексов и этот ассоциат является переносчиком кислорода в организме человека и животных. Аналогичную роль в некоторых живых организмах выполняет гемоцианин – белок, содержащий порфириновый комплекс меди. Биохимия занимается изучением оксиненильных комплексов других переходных металлов, которые могли бы выполнять функции, сходные с функциями гемоглобина. Именно химия позволила объяснить отравляющее действие оксида углерода (II), рассмотрев процесс конкурирующего комплексообразования.

Огромна роль химии в установлении химической природы передачи нервного возбуждения, определении структуры нуклеиновых кислот и т.д.

Любой живой организм представляет собой уникальную лабораторию, в которой осуществляются многие тысячи согласованных химических реакций и синтезируются невероятно сложные соединения. Объективно в самой основе биологических процессов, функций живого

лежат химические механизмы. Все функции и процессы, происходящие в живом организме, оказывается возможным изложить на языке химии, в виде конкретных химических процессов.

Разумеется, было бы неверным сводить явления жизни к химическим процессам. Это было бы грубым механистическим упрощением. И ярким свидетельством этого выступает специфика химических процессов в живых системах по сравнению с неживыми. Изучение этой специфики раскрывает единство и взаимосвязь химической и биологической форм движения материи.

Об этом же говорят и другие науки, возникшие на стыке биологии, химии и физики: биохимия - наука об обмене веществ и химических процессов в живых организмах; биоорганическая химия - наука о строении, функциях и путях синтеза соединений, составляющих живые организмы; физико-химическая биология как наука о функционировании сложных систем передачи информации и регулировании биологических процессов на молекулярном уровне, а также биофизика, биофизическая химия и радиационная биология.

Крупнейшими достижениями этого процесса стали определение химических продуктов клеточного метаболизма (обмена веществ в растениях, животных, микроорганизмах), установление биологических путей и циклов биосинтеза этих продуктов; был реализован их искусственный синтез, сделано открытие материальных основ регулятивного и наследственного молекулярного механизма, а также в значительной степени выяснено значение химических процессов» энергетике процессов клетки и вообще живых организмов.

Для химии особенно важным становится применение биологических принципов, в которых сконцентрирован опыт приспособления живых организмов к условиям Земли в течение многих миллионов лет, опыт создания наиболее совершенных механизмов и процессов. На этом пути есть уже определенные достижения.

Более столетия назад ученые поняли, что основой исключительной эффективности биологических процессов является биокатализ. Поэтому химики ставят своей целью создать новую химию, основанную на каталитическом опыте живой природы. В ней появится новое управление химическими процессами, где начнут применяться принципы синтеза себе подобных молекул, по принципу ферментов будут созданы катализаторы с таким разнообразием качеств, которые далеко превзойдут существующие в нашей промышленности. Несмотря на то, что ферменты обладают общими свойствами, присущими всем катализаторам, тем не менее, они не

тождественны последним, поскольку функционируют в рамках живых систем. Поэтому все попытки использовать опыт живой природы для ускорения химических процессов в неорганическом мире сталкиваются с серьезными ограничениями. Пока речь может идти только о моделировании некоторых функций ферментов и использовании этих моделей для теоретического анализа деятельности живых систем, а также частично-практического применения выделенных ферментов для ускорения некоторых химических реакций. Здесь самым перспективным направлением, очевидно, являются исследования, ориентированные на применение принципов биокатализа в химии и химической технологии, для чего нужно изучить весь каталитический опыт живой природы, в том числе и опыт формирования самого фермента, клетки и даже организма.

В настоящее время уже видны перспективы возникновения и развития новой химии, на основе которой будут созданы малоотходные, безотходные и энергосберегающие промышленные технологии.

Химики полагают, что, используя те же принципы, на которых построена химия организмов, в будущем (не повторяя в точности природу) можно будет построить принципиально новую химию, новое управление химическими процессами, где начнут применяться принципы синтеза себе подобных молекул. Предвидится создание преобразователей, использующих с большим КПД солнечный свет, превращая его в химическую и электрическую энергию, а также химическую энергию в свет большой интенсивности.

Для студентов будущих учителей химии значительный интерес представляют данные (табл. 6) о распространенности и биологической роли некоторых химических элементов [20, 21].

Таблица 6. Данные о распространенности и биологической роли некоторых химических элементов

Элемент	Содержание (массовая доля, %)		Суточная потребность	Локализация	Биологическая роль
	В земной коре	В организме			

Н	1.0	7 кг/70 кг 10%	-	Весь организм	Органоген - компонент белков, жиров, углеводов, нуклеиновых кислот. Формирует водную среду, поддерживает определенный уровень кислотности организма (рН); определяет окислительно-восстановительный потенциал протекающих реакций.
Литий	$6.5 \cdot 10^{-3}$	70 мг/70 кг $10^{-4} \%$	-	Мышцы, печень, почки, селезенка, кровь, легкие	Биологическая роль мало изучена. Снижает эмоциональную напряженность; является антагонистом натрия.
Натрий	2.6	60 г/70 кг 0,08%	1.0-4.6 г	Весь организм: внеклеточная жидкость (44%), внутриклеточная жидкость (9%), костная ткань (47%)	Играет центральную роль в процессах внутриклеточного и межклеточного обмена, участвует в поддержании осмотического гомеостаза, кислотно-основного равновесия (в составе буферных систем), обеспечивает формирование мембранного потенциала и проведение нервного импульса, является антагонистом калия, его недостаток сопровождается обезвоживанием организма.
Калий	2.5	160г/70кг 0.23%	2-5 г	Весь организм: внеклеточная жидкость (2%), внутриклеточная жидкость (98%)	Основной внутриклеточный катион, регулирует осмотическое давление. Участвует в синтезе АТФ (энергетический обмен), передаче нервного возбуждения к мышцам; необходим для нормальной работы сердца, процессов мышечного сокращения; регулирует активность некоторых ферментов. При его недостатке замедляется рост, снижается возбудимость нервной системы, развиваются артриты и артрозы.
Медь	10^{-2}	100мг/70 кг 0.0001%	2-5 мг	Мышцы, печень, мозг	Необходим для нормального усвоения железа, развития соединительной ткани и кровеносных сосудов. Установлена роль меди в работе щитовидной железы; ее недостаток приводит к развитию анемии, снижению окислительных процессов в центральной нервной системе, нарушению процессов костеобразования.

Магний	2.0	20г/70кг 0.027%	0.7г	Внутриклеточный катион. Концентрируется в костной ткани, поджелудочной железе, скелетных мышцах, мозге, печени, сердце	Образует комплексы с АТФ, поддерживает устойчивость рибосом, активатор ряда ферментов; при уменьшении его количества замедляется рост, повышается возбудимость, возможны судороги и параличи.
Кальций	3.5	1.4%	0.5-1.0 г	Костная и зубная ткани (99%), цитоплазма	Необходимый фактор мышечного сокращения, регулятор работы сердечной мышцы, Участвует в процессе свертывания крови, передаче нервных импульсов; замедляет действие токсинов, повышает устойчивость организма к инфекциям, недостаток приводит к развитию рахита, остеопорозу, возникновению болей в мышцах.
Цинк	$5 \cdot 10^{-3}$	0.5г/70кг $10^{-3}\%$	10-15 мг	Мышцы (65%), костная ткань (20%), печень, эритроциты	Компонент структуры и регулятор активности ряда ферментных систем. Необходим для работы гипофиза. Поджелудочной, предстательной, семенных желез; нормализует жировой обмен; участвует в кроветворении; увеличивает продолжительность действия инсулина% при его избыточном поступлении происходит угнетение обмена веществ за счет снижения окислительно-восстановительных процессов.
Бор	$3 \cdot 10^{-4}$	$10^{-5}\%$	-	Легкие, щитовидная железа, селезенка, печень, мозг	Взаимодействие с рядом биологически активных соединений, участвует в углеводно-фосфатном обмене, при его избытке наблюдается снижение активности адреналина.
Алюминий	7.45	$10^{-3}\%$	47 мг	Сыворотка крови, легкие, печень, ногти, волосы, нервная ткань	Влияет на развитие эпителиальной и соединительной тканей, регенерацию костных тканей, обмен фосфора, участвует в катализе реакции трансаминирования, при его избытке угнетается кроветворение (блокирует активные центры ряда

					ферментов).
Углерод	0.15	21.15%	-	Весь организм	Органоген. Соединения углерода образуют основу органических молекул. Входит в состав водородкарбонатной буферной системы.
Кремний	27.6	$10^{-3}\%$	-	Надпочечники, волосы, хрусталик	Биологическая роль мало изучена. Его избыток снижает активность ферментов углеводно-фосфатного обмена, усиливает гемолиз эритроцитов, вызывает задержку свертывания крови.
Азот	0.02	1.3 г/70 кг 3.1%	-	Весь организм	Органоген - компонент белков, липидов, нуклеиновых кислот. Часть азота должна обязательно поступать в организм в виде аминокислот. Оксид азота(II) выполняет в организме ряд регуляторных функций.
Фосфор	0.08	1.3г/70 кг 0.95%	1.2 г	Костная ткань (90%), мышцы, нервная ткань	Органоген – компонент белков, жиров, сложных углеводов, нуклеиновых кислот. Необходимый компонент реакций энергетического обмена, участвует в формировании костной ткани, является компонентом буферных систем крови.
Кислород	49.4	62.4%	-	Весь организм	Органоген – компонент белков, жиров, углеводов, нуклеиновых кислот. Формирует внутреннюю среду организма. Необходим для проявления фагоцитарной активности, участвует в процессах отмирания клеток, свободнорадикальных процессах.
Сера	0.05	0.16%	1-5 г	Весь организм	Органоген – компонент белковых молекул, гормонов (инсулина), витаминов, полисахаридов.
Селен	$6 \cdot 10^{-5}$	$10^{-5} - 10^{-7}\%$	55-110 мг/год	Сетчатка глаза, печень, почки	Влияет на остроту зрения, входит в состав активного центра некоторых ферментов, уменьшает токсическое действие ртути и кадмия. При его недостатке нарушается обмен веществ.
Молибден	0.015	$10^{-6} - 10^{-5}\%$	0.1-0.3 мг	Печень, почки, железы внутренней секреции	Входит в состав ферментов, обеспечивающих перенос оксогрупп, способствует синтезу витаминов С и В12; увеличивает устойчивость организма к

					инфекциям, стимулирует рост; его избыток нарушает метаболизм кальция и фосфора.
Фтор	0.27	7/70 кг $10^{-5}\%$	1.5- 4.0 мг	Костная ткань, ногти, зубы	Участвует в развитии зубов, формировании дентина и зубной эмали, процессах костеобразования, фосфатно-калиевом обмене; угнетает функцию щитовидной железы (антагонист иода).
Хлор	0.048	100 г/ 70кг 0.15%	5 – 10 г	Весь организм	Поддерживает осмотический гомеостаз, участвует в водном обмене, активатор некоторых ферментов, необходим для выработки соляной кислоты в желудке.
Бром	$1.5 \cdot 10^{-4}$	7мг / 70 кг $10^{-5}\%$	-	Преимущественно железы внутренней секреции	Активатор коры надпочечников, ингибитор щитовидной железы, регулирует равновесие между процессами возбуждения и торможения, активность ферментов и обмен иода по конкурентному механизму.
Иод	$3 \cdot 10^{-5}$	25 мг/70 кг $4 \cdot 10^{-5}\%$	100 - 200 мг	Щитовидная железа (более 50%)	Входит в состав гормонов щитовидной железы; при недостаточном поступлении нарушаются обменные процессы (задержка роста, физического и умственного развития).
Марганец	0.09	12г/70 кг $1.6 \cdot 10^{-5}\%$	5-10 мг	Трубчатые кости (43%), концентрируется в мягких тканях	Кровотворная функция, повышает антиоксидантные свойства сыворотки крови, образует комплексы с белками и нуклеиновыми кислотами, АТФ; стимулирует процессы роста, регулирует липидный обмен, способствует синтезу и усвоению витаминов А, В, С, окостенению скелета; его недостаток приводит к нарушению фосфатно-кальциевого обмена.
Железо	5.0	5 г /70 кг 0.007%	10 мг для мужчин, 18 мг для женщин	Гемоглобин, печень, селезенка, костный мозг	Является координационным атомом в молекулах гемоглобина, участвует в транспорте кислорода, его недостаток приводит к развитию железодефицитной анемии (малокровия)
Кобальт	$4 \cdot 10^{-3}$	1,2 мг/70кг	10-	Поджелудочная	Стимулирует кроветворение, регулятор активности некоторых

альт		2 10 ⁻⁶ %	200 мг	железа, жировая ткань	ферментов, участвует в образовании инсулина, способствует усвоению кальция, фосфора, иода; улучшает моторную деятельность желудочно-кишечного тракта.
Хром	0.03%	6-12 мг 10 ⁻⁶ – 10 ⁻³ %	200 мг	Печень, почки, желудочно - кишечного тракт, сердечно- сосудистая система	Предотвращает наступление диабета. Регулятор выработки инсулина в организме.
Никель	Не более 0.01%	5-14 мг	100- 300 мкг	Мышечная ткань, печень, почки, поджелудоч ная железа, гипофиз, головной мозг	Участвует в процессе кроветворения, увеличивает эффективность работы инсулина, обмена жиров, снижает артериальное давление.

В биохимических реакциях d-элементы наиболее часто проявляют себя как металлы-комплексобразователи. Лигандами при этом выступают биологически активные вещества, как правило, органического характера или анионы неорганических кислот [22].

Белковые молекулы образуют с d-элементами бионеорганические комплексы – кластеры или биокластеры. Ион металла (металл-комплексобразователь) располагается внутри полости кластера, взаимодействуя с электроотрицательными атомами (донорами электронов) связывающих групп белка: гидроксильных (-OH), сульфгидрильных (-SH), карбоксильных (-COOH), аминогрупп белков (H₂N-). Для проникновения иона металла в полость кластера необходимо, чтобы диаметр (размер) иона был соизмерим с размером полости кластера. Таким образом, природа регулирует формирование биокластеров с ионами переходных металлов определенных размеров. Биокластеры выполняют различные функции:

- транспортные белковые комплексы доставляют к органам кислород и необходимые элементы;

- аккумуляторная (накопительная) роль.

Некоторые d-элементы – жизненно необходимы, входят в состав металло-ферментов (табл. 7). Они катализируют биохимические реакции:

реакции кислотно-основного взаимодействия; окислительно-восстановительные процессы и реакции переноса кислорода; обеспечивают запуск большинства биохимических процессов, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность организмов. Белки очень эффективные и селективные катализаторы [23]. Они ускоряют биохимические реакции в миллионы раз. Например, ферменты класса пепсинов участвуют в процессе пищеварения: в желудке они расщепляют пептидные связи в белках пищевых продуктов, потребляемых живым организмом. Многие белки выполняют функции гормонов – веществ, регулирующих процессы жизнедеятельности. Простейшие гормоны состоят из остатков всего трех аминокислот, т.е. являются трипептидами. Гормон *инсулин*, который синтезируется в поджелудочной железе, регулирует содержание сахара в крови. Другой гормон – соматотропин – является гормоном роста: он стимулирует рост костей, тканей и усиливает синтез белков.

Таблица 7. Характеристика некоторых металло-ферментов

<i>Металлофермент</i>	<i>Центральный атом</i>	<i>Лигандное окружение</i>	<i>Объект концентрации</i>	<i>Действие фермента</i>
Карбоангидраза	Цинк	Аминокислотные остатки	Эритроциты	Катализирует обратимую гидратацию углекислого газа
Карбосипептидаза	Цинк	Аминокислотные остатки	Поджелудочная железа, печень, кишечник	Катализирует переваривание белков, участвует в гидролизе пептидной связи
Каталаза	Железо	Аминокислотные остатки, гистидин, тирозин	Кровь	Катализирует реакцию разложения пероксида водорода
Пероксидаза	Железо	Белки	Ткань, кровь	Катализирует окисление пероксидом водорода
Оксиредуктаза	Медь	Аминокислотные остатки	Сердце, печень, почки	Катализирует окисление с помощью молекулярного кислорода
Пируваткарбоксилаза	Марганец	Белки тканей	Печень, щитовидная железа	Усиливает действие гормонов. Катализирует процесс карбоксилирования пировиноградной

				кислоты
Альдеги доксидаз а	Молибде н	Белки тканей	Печень	Участвует в окислении альдегидов
Рибонук леотидр едуктаза	Кобальт	Белки тканей	Печень	Участвует в биосинтезе рибонуклеиновых кислот

Некоторые белки выполняют транспортные функции и переносят молекулы или ионы в места синтеза или накопления. Белки, входящие в состав клеточных мембран, образуют ионные каналы и помогают клеткам обмениваться ионами натрия и калия с окружающей средой.

Белки – рецепторы воспринимают и передают сигналы, поступающие от соседних клеток или из окружающей среды.

Белки – строительный материал клеток. Основной компонент мышечной ткани – белок миозин. Состав кожи, сухожилий, кровеносных сосудов регулируется белком – коллагеном, состоящим из несколько тысяч аминокислотных остатков.

Белки составляют часть иммунной системы организма, которая защищает человека от возбудителей болезней. Связывание чужеродных веществ с целью их дальнейшей трансформации осуществляется с помощью специальных белков – антител.

С точки зрения химии белки – природные высокомолекулярные соединения, полипептиды, состоящие из остатков аминокислот, соединенных друг с другом пептидными связями. В организме человека они выполняют самые разнообразные функции (табл. 8):

Таблица 8. Важнейшие биологические функции белков

<i>Функция</i>	<i>Тип</i>	<i>Пример</i>
Катализируют химические реакции	Ферменты	Пепсин
Регулируют процессы жизнедеятельности	Гормоны	Инсулин
Переносят кислород и другие вещества в организме	Транспортные белки	Гемоглобин
Воспринимают и передают сигналы	Рецепторы	Родопсин
Образуют структуру клеток и тканей	Структурные белки	Коллаген
Защищают организм от	Защитные белки	Антитела

Задания для самостоятельной работы студентов:

- Разработайте план-конспект внеурочного мероприятия на тему «Химия на кухне», основой которого являются физические и химические знания по свойствам растворов, в частности явления осмоса. Предложите эксперимент, который окажет помощь учащимся при изучении этого явления.

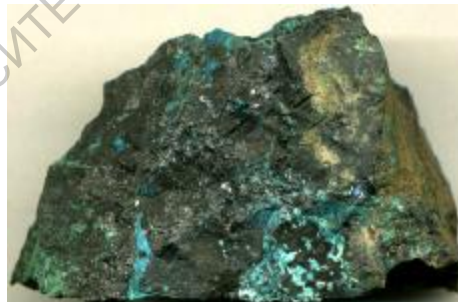
Взаимосвязь химии с геологией

Минералы могут образовываться по-разному. Часть минералов кристаллизуется из огненножидких расплавов и газов в недрах Земли, другие из лав, излившихся при извержении вулканов на земную поверхность, некоторые возникают из водных растворов при участии живых организмов.

Простейшие соединения с кислородом, как установили геологи, образуют около 40 химических элементов. Ниже приведены (табл. 9, рис. 8) распространенные в природе минералы – оксиды.



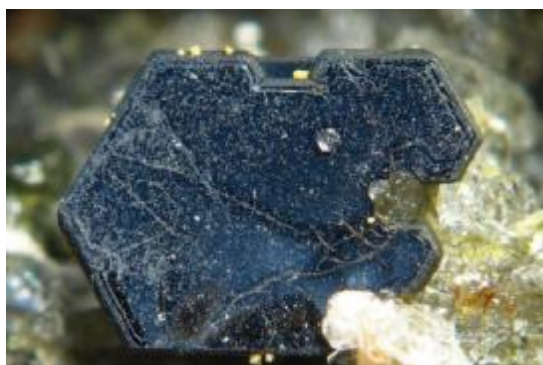
Куприт



Тенорит



Периклаз



Ильменит (титанистый железняк)

Рисунок – 8. Образцы минералов: куприт – Cu_2O , тенорит – CuO , периклаз – MgO , ильменит – FeTiO_3 .

Таблица 9. Минералы – оксиды, распространенные в природе

<i>Соединение/ минерал</i>	<i>Соединение/ минерал</i>
Cu ₂ O/ куприт, красная медная руда	CuO/ тенорит
MgO/ периклаз	PbO/массикот, глет
NiO/ бунзенит	Pb ₃ O ₄ /сурик
MnO /манганозит	HgO/монтроидит
ZnO/ цинкит	Al ₂ O ₃ /корунд
Fe ₂ O ₃ / гематит	FeO TiO ₂ /ильменит
MgAl ₂ O ₄ (MgO·Al ₂ O ₃)/ шпинель	FeAl ₂ O ₄ (FeO·Al ₂ O ₃)/ герцинит
ZnAl ₂ O ₄ (ZnO·Al ₂ O ₃)/ ганит	FeCr ₂ O ₄ (FeO·Cr ₂ O ₃)/хромит

Большинство минералов имеет определенный химический состав. В природе вытеснение слабых кислот более сильными из их солей хорошо проявляется на примере силикатных пород. Разложение силикатов (солей слабой кремниевой кислоты H₂SiO₃) гидролизом часто сопровождается действием угольной кислоты (H₂CO₃). В результате активного воздействия воды и CO₂ силикатные породы теряют щелочные и щелочноземельные металлы, которые переходят в раствор в виде карбонатов. В раствор также переходят гидратированные щелочные силикаты и кремнезем, а на месте остаются нерастворимые гидроксиды алюминия, железа и марганца и большая часть кремнезема. В общем виде действие H₂O и CO₂ на силикаты можно записать:

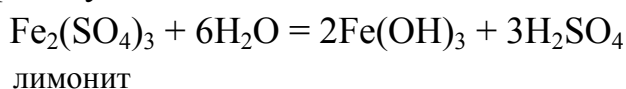


В зависимости от состава и строения силикатов уравнение реакции может быть весьма сложным.

В целом гидролиз имеет большое значение в геохимических процессах гипергенеза. При гидролизе ионы OH⁻ вместе с катионами металлов поступают в океан и определяют его щелочность, а ионы H⁺, связываясь с алюмосиликатными анионами, образуют глинистые минералы. Таким образом, в процессе гидролиза поверхность суши становится более кислой, а Мировой океан – более щелочным.

Процессы окисления играют важную роль в образовании минералов. Из всех минералов наиболее легко окисляются сульфиды, которые превращаются в сульфаты. Этот процесс иногда называют *витролизацией*. Сульфиды железа (пирротин, пирит, марказит) при окислении переходят в его сульфаты, галенит (PbS) – в англезит (PbSO₄) и т.д.

Сульфат железа (III) как соль слабого основания и сильной кислоты легко поддается гидролизу:



Лимонит выступает в качестве конечного продукта реакции и в зоне окисления сульфидных месторождений образует иногда мощные скопления в виде так называемой «железной шляпы».

В виде солей и оксидов существует большое число разнообразных минералов, ниже приведены некоторые из них в табл. 10 и 11, некоторые из них находят применение в производстве ювелирных изделий.

Таблица 10. Минералы – карбонаты, гидро- и гидрокарбонаты, распространенные в природе

Соединение/минерал	Соединение /минерал
NaHCO ₃ /нарколит	K ₂ Ca(CO ₃) ₂ /ферчилдит
Na ₃ Mg(CO ₃)(PO ₄)/брадлейит	CaCO ₃ /кальцит, аргонит
MgCO ₃ /магнезит	CuAl ₆ [PO ₄] ₄ [OH] ₈ ·5H ₂ O/бирюза
CaMg(CO ₃) ₂ /доломит	Pb ₂ (CO ₃)Cl ₂ /фосгенит
20Cu(OH) ₂ ·CuCl ₂ ·CuSO ₄ /коннелит	Mg ₆ Al ₂ (OH) ₆ CO ₃ ·4H ₂ O/гидроталькит
Ni ₃ (OH) ₄ CO ₃ ·4H ₂ O/заратит	

Таблица 11. Минералы – самоцветы

Минерал (разновидность)	Химическая формула
Оксиды	
Корунд (рубин, сапфир)	Al ₂ O ₃
Шпинель	MgAl ₂ O ₄ , примеси FeO, Fe ₂ O ₃ , ZnO, MnO, Cr ₂ O ₃
Александрит (хризоберилл)	BeAl ₂ O ₄ , примеси Fe ₂ O ₃ , TiO ₂ , Cr ₂ O ₃
Кварц (горный хрусталь, аметист, морион, авантюрин, яшма)	SiO ₂ , примеси CO ₂ , H ₂ O, NaCl, CaCO ₃ , включения других минералов
Фосфаты	
Бирюза	CuAl ₆ (PO ₄) ₄ (OH) ₈ ·5H ₂ O Химический состав непостоянный Примеси: сера, цинк, барий, хром, никель
Силикаты	
Хризолит (оливин)	(Mg,Fe) ₂ (SiO ₄)
Топаз	Al ₂ (SiO ₄)(F,OH) ₂

Берилл (изумруд)	$\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$
Турмалин	$\text{Na}(\text{Mg}, \text{Fe}^{3+}, \text{Mn}, \text{Li}, \text{Al}, \text{Fe}^{3+})_3$ $\{(\text{BO}_3)_3 \cdot (\text{Si}_6\text{O}_{18})(\text{OH}, \text{F}_4)\}$
Гранат	$(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn})_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3, \text{Ca}_3(\text{Al}, \text{Fe}, \text{Cr})_3(\text{SiO}_4)_3$
Родионит	$(\text{Mn}, \text{Ca})\text{SiO}_3$, примесь Al_2O_3
Жадеит	$\text{Na}, \text{Al}(\text{Si}_2\text{O}_6)$, Na часто замещается на Ca, Al – на Mg, Fe, Cr
Нефрит	$\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_5(\text{Si}_4\text{O}_{11})_2(\text{OH})_2$
Лазурит	$\text{Na}_8(\text{AlSiO}_4)_6(\text{SO}_4)$

Примеси, входящие в состав минерала, способны влиять на физические свойства (в частности, цвет минералов), но они не всегда указываются в химических формулах минералов. Цвет минерала лишь в некоторых случаях может служить характерным диагностическим признаком минерала. Химические и механические примеси изменяют собственную окраску минерала.

Явление *изоморфизма* – это способность образовывать общие кристаллические решетки со структурой одного из компонентов. Изоморфизм атомов в кристаллах является универсальным кристаллохимическим законом природы и мощным геохимическим и технологическим фактором, который определяет реальную картину минерального мира Земли. Изоморфизм атомов в кристаллах – геохимический процесс, ответственный за сложность химического состава минералов, процесс гомогенного вовлечения атомов примесей в кристаллическую структуру минерала-хозяина, сопутствующий или накладывающийся на любой природный процесс минералообразования. В природе практически невозможно найти чистые кристаллические минералы, все они представляют собой изоморфные смеси переменного состава.

Если бы изоморфизм был запрещен законами природы, то минеральный мир нашей планеты и вся химическая технология выглядели бы как мир химически чистых природных соединений – минералов и химически чистых самородных элементов, выделившихся из соответствующих многокомпонентных магматических расплавов и растворов по законам простой эвтектической кристаллизации. Не было бы никаких вообще минералов переменного состава. Не было бы рассеянных элементов и проблемы микропримесей. Не существовала бы технологическая проблема получения высокочистых элементов и соединений: они предоставлялись бы человеку самой природой. Но это

означает, что не было бы и ряда технически важных материалов для полупроводниковой и электронной промышленности, для авиации и машиностроения – всюду, где изоморфизм обеспечивает получение твердых растворов с нужными свойствами [24].

Задания для самостоятельной работы студентов:

- Заполните ниже предлагаемую таблицу, приведите формулы не менее трех минералов и их названия, в состав которых входит указанный катион:

<i>Ион</i>	<i>Формула минерала</i>	<i>Название минерала</i>
Катион железа (III)		
Катион меди (II)		
Катион алюминия		
Катион серебра		
Катион свинца		
Катион никеля (II)		
Катион кобальта (II)		

Предложите учащимся самостоятельно заполнить подобную таблицу и обсудить ее при изучении темы «Металлы и их соединения»

- Заполните ниже предлагаемую таблицу, приведите формулы не менее трех минералов и их названия, в состав которых входит указанный анион:

<i>Ион</i>	<i>Формула минерала</i>	<i>Название минерала</i>
Сульфат-анион		
Карбонат-анион		
Фосфат-анион		
Сульфид-анион		
Фторид-анион		
Гидроксид-анион		

Предложите обучающимся самостоятельно заполнить подобную таблицу и обсудить ее при обобщении темы «Неметаллы и их соединения»

- Разработайте подробный план-конспект лабораторной работы «Качественное распознавание катионов», используя растворы следующих солей: CuSO_4 и ZnSO_4 ; FeCl_3 и FeCl_2 ; ZnCl_2 и PbCl_2 ; AgNO_3 и $\text{Pb(NO}_3)_2$; MgCl_2 и LiCl ; $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ и Na_2S ; NH_4Cl и AlCl_3 ; CaCl_2 и FeCl_3 .

- Разработайте подробный план-конспект лабораторной работы «Качественное распознавание анионов», используя растворы следующих

солей: CuSO_4 и CuCl_2 ; Na_2CO_3 и NaF ; K_3PO_4 и K_2SO_4 ; NaBr и NaNO_3 ; CaCl_2 и $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ и NH_4NO_3 ; NH_4Cl и NH_4NO_2 ; K_2SO_3 и K_2SO_4 .

Взаимосвязь химии с БЖД

Изучение химии неразрывно связано с процессом освоения дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». Знания химических свойств веществ и работа с нормативными документами позволяет прогнозировать: масштабы загрязнения сильнодействующими ядовитыми веществами; действия при оказании первой медицинской помощи; соблюдение техники безопасной работы в лаборатории и т.д. [25].

Культура безопасности жизнедеятельности – индивидуальный уровень подготовки человека в области безопасности жизнедеятельности, осознанная им потребность в соблюдении норм и правил безопасного поведения.

В современных условиях вопросы безопасности имеют большое значение. Как известно, любая деятельность (бездеятельность) потенциально опасна. Это означает, что опасность объективна, она присутствует во всех сферах жизнедеятельности человека и постоянно его сопровождает. Соотношение опасности и безопасности отражается состоянием равновесия:

Опасность ↔ Безопасность

Смещение этого равновесия в ту или иную сторону определяется общим фактором, называемым уровнем культуры безопасности жизнедеятельности [26, 27].

Объем производства и использования химической продукции в мире постоянно возрастает, что приводит к увеличению уровня загрязнения окружающей среды. Это влияет на здоровье людей, принимающих непосредственное участие в процессе производства и проживающих вблизи с предприятиями. Ранее круговорот химических элементов включал только биогенные элементы, но извлечение из недр Земли и рассеивание в биосфере несвойственных живым организмам химических элементов привели к тому, что они включаются в биогеохимические циклы с участием человека и животных, находясь в самых различных соединениях.

При обучении необходима непрерывная и взаимосвязанная работа преподавателей различных дисциплин по осмысленному и сознательному принятию обучающимися общих правил безопасной жизни. Как показывает повседневная жизнь, большинство мер по обеспечению безопасности человека очень доступны, просты и понятны. Однако,

человек считает необходимые правила безопасного поведения слишком банальными, чтобы их соблюдать. Что и приводит к возникновению неприятностей и опасных ситуаций. Степень реальности опасности отражает уровень культуры жизнедеятельности. Чем более грамотные и целесообразные действия выполняет человек в той или иной жизненной ситуации, тем меньше риск проявления опасности, реализации реального вреда. Нарушение же правил безопасного поведения указывает на низкий уровень культуры безопасности жизнедеятельности и способствует превращению потенциальной угрозы в реальный ущерб; превращению обыденной ситуации в экстремальную, а зачастую и чрезвычайную ситуацию. Поэтому каждый человек должен осознать необходимость безопасного поведения в повседневной жизни.

Для каждого вида деятельности существуют благоприятные условия. Понимание природы потенциальных угроз, признаков их проявления позволяет предвидеть опасность и пути ее развития, обеспечить комфортные или допустимые условия для деятельности человека, разрешать сложные вопросы социального характера, обеспечить защиту жизни и здоровья, грамотно вести себя в чрезвычайных ситуациях (ЧС).

На территории г. Саратова и Саратовской области функционирует значительное число опасных объектов. К химически опасным веществам, которые используются в г. Саратове и области, относятся: аммиак, нитрил акриловой кислоты, сероуглерод, ацетонциангидрид, хлор, ацетонитрил, синильная кислота.

Деление химических элементов на токсичные и нетоксичные является условным. Токсичными называют химические элементы, которые оказывают отрицательное воздействие на живые организмы, проявляющееся при достижении определенной концентрации (ПДК) и формы, определяемой природой организма. Наиболее токсичные элементы расположены в Периодической системе компактно в 4, 5 и 6 периодах. Особой токсичностью и распространенностью отличаются Hg, Pb, Be, Co, Cd, Cr, Ni, которые конкурируют в процессе комплексообразования с биометаллами и могут их вытеснять из биоккомплексов (табл. 12).

Таблица 12. Токсичное действие соединений некоторых металлов на организм человека

<i>Металл</i>	<i>Порождаемый орган (заболевание)</i>
Хром	Печень (цирроз), почки (хронический нефрит), легкие (рак), кожа (дерматиты)
Марганец	Центральная нервная система, органы дыхания

	(бронхиальная астма, аллергоз), кожа (экземы, дерматиты)
Никель	Легкие и желудок (рак), периферическая нервная система, легкие, сердце, почки
Медь	Печень, почки, центральная нервная система
Цинк	Почки
Кадмий	Скелет (ломкость костей), почки, легкие, простата, семенники, сердце, печень
Ртуть	Нервная система
Свинец	Нервная система, почки

Токсичность – это мера любого аномального изменения функции организма под действием химического вещества; сравнительная характеристика, которая позволяет сопоставить ядовитые свойства различных веществ. Биогенные элементы обеспечивают динамическое равновесие процессов жизнедеятельности организма. Токсичные элементы, а также избыток или недостаток биогенных элементов могут вызвать необратимые изменения этого равновесия и привести к развитию патологии.

Максимальную токсичность проявляют наиболее химически активные частицы, координационно ненасыщенные ионы, к числу которых следует отнести ионы металлов. Токсичность неорганических соединений металлов (оксидов и солей) является функцией токсичности металлов в элементарной форме. Все оксиды металлов менее ядовиты, чем их соли, причем с увеличением токсичности элемента различие степени токсичности между оксидами и солями уменьшается.

Из химических методов детоксикации широко используется хелатотерапия, основанная на хелатировании токсичных частиц комплексогенами s-элементов. Хелатирование ионов металла полидентатными лигандами превращает их в устойчивые, более координационно насыщенные частицы, которые неспособны разрушить биоконплексы, следовательно, они становятся малотоксичными, мембранопроницаемыми, способными к транспортировке и выведению из живого организма. Итак, токсичность элемента определяется его природой, дозой и формой, в составе которой находится элемент. Следовательно, нет токсичных элементов, есть только токсичные концентрации и формы.

Хелатирующие агенты обеспечивают детоксикацию организма путем их непосредственного взаимодействия с токсикантом, образования связанной, прочной формы, подходящей для транспортировки и выведения из организма. Таков механизм детоксикации ионов тяжелых металлов.

Особенно актуальной в настоящее время является проблема отдалённых последствий действия веществ, которые до недавнего времени считались неопасными (безвредными). Эти последствия могут проявляться как в виде избирательного повреждения какого-либо органа, так и в виде общего нарушения функций всего организма. Достаточно слабая миграция соединений Al в окружающей среде ранее давала основание считать их безобидными и нетоксичными, однако исследования последних лет о воздействии соединений Al на организм человека позволяет отнести соединения Al к «мрачной тройке» супертоксикантов-соединений Hg, Pb, Cd.

В настоящее время вызывает тревогу постоянно возрастающий уровень содержания алюминия в окружающей среде, в том числе в питьевых водоисточниках.

Основным источником поступления алюминия в организм человека являются продукты питания. Наибольшее количество соединений Al содержится в чае (~ 20 мг/л). К числу других источников относятся вода, атмосферный воздух, лекарственные препараты, алюминиевая посуда, дезодоранты и пр. С водой поступает не более 5 - 8% от суммарно поступающего в организм человека количества алюминия. Величина переносимого суточного потребления составляет 1 мг/кг веса. То есть суточное потребление алюминия взрослым человеком может достигать 60-90 мг.

Алюминий в растворах присутствует в виде ионов Al^{3+} , $Al(OH)_2^+$, $Al(OH)_4^-$. Преобладание той или иной формы зависит от pH среды. При pH меньше 4.5, в кислых средах в растворах преобладают ионы Al^{3+} ; при уменьшении кислотности среды, в слабокислой среде (pH 6.0) концентрация ионов Al^{3+} незначительна и составляет всего лишь $1.4 \cdot 10^{-4}$ мг/л. С увеличением кислотности среды до pH 5.0 концентрация катионов алюминия возрастает в 1000 раз; а при pH = 4.0 концентрация катионов алюминия увеличится до 140 мг/л [28].

Токсичность алюминия проявляется во влиянии на обмен веществ, на функцию нервной системы, в способности клеток к процессу размножения и роста. Избыток солей алюминия снижает задержку кальция в организме, уменьшает адсорбцию фосфора, в 10-20 раз увеличивается содержание алюминия в костях, печени, мозге и в щитовидной железе, что приводит к нарушению двигательной активности, судорогам, снижению или потере памяти.

Задания для самостоятельной работы студентов:

- Разработайте задание для самостоятельной работы обучающихся, основанное на круговороте биогенных и небιοгенных элементов в природе.

Взаимосвязь химии с экологией

По оценке Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), из более чем 6 млн известных химических соединений населением Земли используется до 500 тыс., из которых 40 тыс. обладают вредными для человека свойствами, а 12 тыс. являются токсичными. К 2000 г. потребление минеральных и органических сырьевых ресурсов резко возросло и достигло 40-50 тыс. тонн на одного жителя Земли. Соответственно возрастают объемы отходов промышленного, сельскохозяйственного и бытового происхождения. К началу XXI века антропогенные загрязнения поставили человечество на грань экологической катастрофы. В настоящее время на предприятиях горнодобывающей, металлургической, химической, деревообрабатывающей, энергетической, строительных материалов и других отраслей РФ ежегодно образуется около 7 млрд тонн отходов. Используется же лишь 2 млрд тонн, или 28% от общего объема. В связи с этим в отвалах и шламохранилищах страны накоплено около 80 млрд тонн только твердых отходов. Под полигоны для их хранения ежегодно отчуждается около 10 тыс. га пригодных для сельского хозяйства земель. Наибольшее количество отходов получается при добыче и обогащении сырья. В мире добывается ежегодно более 40 млрд тонн сырой нефти, из которых при добыче, транспортировке и переработке теряется около 50 млн тонн нефти и нефтепродуктов. Нефть считается одним из самых распространенных и самых опасных загрязняющих веществ в гидросфере, так как около трети ее добывается в континентальном шельфе. Общая масса нефтепродуктов, ежегодно попадающих в моря и океаны, приблизительно оценивается в 5-10 млн тонн [21].

Металлы в почвах находятся в основном в виде трудно усвояемых неорганических соединений. В почвенной влаге растворена малая часть их запаса в почве. Коллоидные, глинистые и гумусовые вещества являются резервом усвояемых растениями ионов, которые попадают в почвенный раствор в результате ионного обмена.

Корневые волоски растений выделяют органические кислоты – хелатообразователи, которые сильно увеличивают растворимость многих минеральных частиц и связывают содержащиеся в них катионы металлов в непосредственно усвояемые хелатные комплексы. Усвояемость токсичных

металлов определяется химической формой, в которой они попадают в почву. Наибольшую опасность представляют легко растворимые соединения.

Долговременное действие источников загрязнения вызывает накопление тяжелых металлов в почвах. Естественный унос с грунтовыми и почвенными водами, с дождевыми и весенними паводками выводит токсичные металлы медленно, так как они сильно поглощаются почвенными коллоидами.

Время удаления токсичных металлов из почв составляет десятки, а иногда и сотни лет.

Подкисление опасно для почв, водоемов. Происходит вымывание тяжелых металлов из почв, повышается их токсичность, угнетается рост растений. Разрушаются строительные сооружения, увеличивается коррозия металлов и изделий из них. Природные воды и почвы обладают буферными возможностями, они способны нейтрализовать определенную часть кислоты и сохранить среду. Однако очевидно, что буферные способности природы небеспредельны.

Задания для самостоятельной работы студентов:

- Разработайте материал для подготовки учащихся к участию в научно-исследовательской деятельности: «Разрушение архитектурных (мраморных) памятников под воздействием кислотных дождей». При разработке используйте расчет констант равновесия процессов взаимодействия кислот с карбонатом кальция.

Взаимосвязь с географией

Усиление техногенного воздействия на природную среду вызвало деградацию качества окружающей среды и породило целый ряд связанных с этим проблем. Одной из них является состояние атмосферного воздуха. Атмосферный воздух – это природная смесь газов приземного слоя атмосферы за пределами жилых, производственных и иных помещений, сложившаяся в ходе эволюции Земли. Человек ежедневно потребляет 12-15 кг воздуха, вдыхая каждую минуту от 5 до 100 л, что значительно превышает среднесуточную потребность в пище и воде.

Атмосфера надежно оберегает человека от многочисленных опасностей, угрожающих ему из космоса: не пропускает метеориты и комическое излучение, защищает Землю от перегрева, пропуская определенное количество энергии, нивелирует перепад суточных температур, который мог бы составить примерно 200 К, что неприемлемо для выживания земных существ.

Подсчитано, что весь воздушный океан проходит через земные живые организмы (включая человека) примерно за 10 лет. Воздух необходим всему живому на Земле. Нормальная жизнедеятельность людей требует не только наличия воздуха, и определенной его чистоты, от качества воздуха зависят здоровье людей, состояние растительного и животного мира, прочность и долговечность любых конструкций зданий и сооружений.

Загрязнение атмосферы – одно из основных отрицательных последствий индустриализации современного мира. Ущерб здоровью человека от загрязнения атмосферного воздуха не меньший, чем от выброса сточных, промышленных и бытовых отходов в водоемы.

В настоящее время состав атмосферы (табл. 13) находится в состоянии динамического равновесия, поддерживаемого в результате действия живых организмов, геохимических явлений и хозяйственной деятельности человека.

Таблица 13 . Состав атмосферы вблизи земной поверхности

<i>Квазипостоянные компоненты</i>		<i>«Активные» примеси</i>	
Компонент	Концентрация, % (об)	Компо нент	Концентрация, % (об)
N ₂	78.11	H ₂ O	0-7
O ₂	20.95	CO ₂	0.01 – 0.1(в среднем 0.035)
Ar	0.934		
Ne	18.18 10 ⁻⁴	O ₃	0 – 10 ⁻⁴
He	5.24 10 ⁻⁴		(в среднем 3·10 ⁻⁵)
Kr	1.14 10 ⁻⁴	SO ₂	0 – 10 ⁻⁴
Xe	0.087 10 ⁻⁴	CH ₄	1.6 10 ⁻⁴
H ₂	0.5 10 ⁻⁴	NO ₂	2·10 ⁻⁶

Главными компонентами атмосферы являются азот, кислород и аргон. На долю всех остальных компонентов приходится менее 0,1%, но роль их в общей динамике атмосферы чрезвычайно велика. Объемные концентрации постоянно содержащихся в атмосфере (так называемых квазипостоянных) компонентов остаются практически неизменными вплоть до высоты 100 км. Содержание других («активных») газов существенно меняется в зависимости от сезона, географического положения и высоты над уровнем моря. Антропогенное влияние на состав

атмосферы ограничено в основном изменениями концентрации «активных» газов и аэрозолей.

Нижние слои атмосферы более плотные, в них сосредоточена основная масса атмосферы; нижний слой в 5 км содержит 50% массы атмосферы; 30 км – 90% массы атмосферы. Одной из наиболее важных характеристик атмосферы является ее устойчивость т.е. способность препятствовать вертикальным движениям воздуха. В этом случае загрязняющие вещества, выброшенные в атмосферу вблизи земной поверхности, будут иметь тенденцию задерживаться там.

Под воздействием солнечного излучения в атмосфере протекает большое число фотохимических процессов [28]. Фотохимические процессы наиболее важны на высотах 90-200 км. Для исследователей, занимающихся проблемами атмосферы, значительный интерес представляют химические реакции, в которых участвуют образовавшиеся под действием солнечного и космического излучения ионы. Излучение Солнца производит ионизацию земной атмосферы. Пространственное распределение ионов зависит от интенсивности солнечного излучения, т.е. от солнечной активности, времени года и времени суток.

Озон O_3 – аллотропная модификация кислорода. Общая масса озона в атмосфере оценивается примерно в 3.3 млрд.т. Это высокотоксичный газ, его токсичность примерно на порядок превышает токсичность диоксида серы. Озон - сильнейший окислитель, реагирующий практически со всеми веществами – от автомобильных покрышек до тканей легких человека. Поэтому дышать озоном нельзя, и его присутствие в воздухе даже в сравнительно небольших количествах представляет опасность для всего живого. Важной особенностью озона является его способность поглощать излучение и при этом он разрушается: $O_3 + \text{излучение} = O_2 + O$. Озон поглощает ультрафиолетовое излучение в тысячи раз лучше, чем кислород, и имеющееся количество озона достаточно для практически полного поглощения жесткого ультрафиолетового излучения Солнца. Поэтому озон выполняет защитную функцию, и уменьшение его количества может представлять опасность для биоты и прежде всего для человека. Зона с максимальными значениями концентрации озона находится на высотах от 15 до 35 км. В настоящее время выявлены общие закономерности, связанные со временем года и географической широтой местности. В целом в атмосфере по характеру сезонных колебаний и высотному профилю концентраций озона принято выделять три зоны:

1 – *полярная зона* – характеризуется наибольшими значениями концентрации озона, наибольшими сезонными колебаниями (50%), зона

максимальной концентрации озона расположена наиболее близко к поверхности – на высотах 13-15 км.

2- *тропическая зона* - среднегодовые значения концентраций невелики, сезонные колебания не превышают 10-15%; зона максимальной концентрации озона находится на высотах 24 – 27 км.

3 – *средние широты* – занимают промежуточные положения, сезонные изменения составляют 30 – 40%; зона максимальной концентрации озона находится на высотах 19 – 21 км.

Молекула озона может взаимодействовать с атомом кислорода с образованием двух молекул кислорода: $O_3 + O = 2O_2$. Эта реакция, часто называемая реакцией с участием «нечетного кислорода» (O_3), приводит к удалению озона. Однако скорость этой реакции значительно ниже скорости реакции образования озона, поэтому вклад реакций с участием «нечетного кислорода» в процессы вывода озона из атмосферы незначителен. Основное количество озона в атмосфере разлагается в результате поглощения излучения.

Значительный вклад в процесс разрушения озона вносят цепные процессы, протекающие с участием гидроксильных радикалов (водородный цикл), оксидов азота (азотный цикл), соединений хлора и брома (хлорный и бромный цикл). В рассмотренных цепных процессах «активные частицы» не расходуются. Каждая из «активных» частиц может многократно (до 10^7 раз) инициировать цикл разрушения озона, пока не будет выведена из зоны с максимальным содержанием озона, где ее присутствие наиболее опасно. Если бы этого не происходило, то весь озон в атмосфере был бы разрушен [28].

В настоящее время современные города выбрасывают в атмосферу и водную среду около 1000 разнообразных химических соединений. В загрязнении воздуха городов одно из ведущих мест занимает автотранспорт. Во многих городах на выхлопные газы приходится 30%, а в некоторых - 50% от общего числа загрязнителей.

Уральский регион на протяжении последних лет занимает лидирующее положение по количеству суммарных выбросов в атмосферу вредных веществ [21]. По загрязнению воздуха и воды Урал занимает первое место в России, а по загрязнению почв - второе. При этом, на долю Свердловской области приходится 31% всех вредных выбросов и такой же объем загрязненных сточных вод, Челябинской области - 25, Башкортостана - 20, Пермской области - 18%. На предприятиях Урала размещено 400 млн тонн токсичных отходов всех классов опасности. В Челябинской области образуется в 3 раза больше отходов на душу

населения, чем в целом по России. В отвалах области накоплено свыше 2.5 млрд м³ различных горных пород, 250 млн тонн шлаков и золы ТЭС. Из всего объема вскрышных пород перерабатывается только 3%. На металлургических предприятиях из 14 млн тонн ежегодно образующихся шлаков используется только 40-42%, из них 75% доменных шлаков, 4% - сталеплавильных, 3% - ферросплавных и 17% шлаков цветной металлургии, а золы ТЭС только около 1%. В атмосферу г. Челябинска в 1997 году было выброшено 74 736 тонн газообразных и жидких выбросов. При этом страдает здоровье не только людей, принимающих непосредственное участие в процессе производства, но и проживающих по соседству с предприятиями. Установлено, что вблизи промышленных предприятий, расположенных в городе среди жилых массивов, концентрации свинца превышают фоновые значения в 14-50 раз, цинка - в 30-40 раз, хрома - в 11-46 раз, никеля - в 8-63 раза.

Челябинск входит в число 15 городов России с устойчиво повышенным уровнем загрязнения атмосферы и занимает 12-е место. Анализ экологической ситуации и состояния здоровья населения г. Челябинска позволил установить, что по уровню загрязнения Челябинск относится к «зонам чрезвычайной экологической ситуации». Продолжительность жизни на 4-6 лет меньше по сравнению с аналогичными показателями по России.

Жители, длительно проживающие в условиях природно-техногенного загрязнения, подвергаются воздействию аномальных концентраций химических элементов, оказывающих заметное влияние на организм. Одно из проявлений - изменение состава крови, причиной которого является нарушение поступления железа, микроэлементов (Cu, Co) в организм, связанное как с низким содержанием их в продуктах питания, так с высоким содержанием в пище соединений, препятствующих абсорбции железа в желудочно-кишечном тракте.

Задания для самостоятельной работы студентов:

- Разработайте план-конспект внеклассного мероприятия (игры, кроссворда, викторины) на основе данных о химических процессах, происходящих в атмосфере.

Взаимосвязь химии с художественной литературой

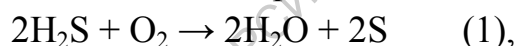
Связь химии и литературы – настоящая находка для педагогов, которые хотят реализовать свои творческие замыслы [29, 30]. Интеграция химических знаний с гуманитарными дисциплинами: историей,

литературой, мировой художественной культурой позволяет показать роль химии в социальной сфере человеческой деятельности.

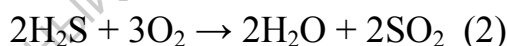
Использовать отрывки из художественной литературы можно практически при изучении любых тем химии. Так, например, при изучении темы «Окислительно-восстановительные реакции» можно прочитать отрывок из произведения Ю. Кузнецова «Тайны Черного моря» и дать задание составить окислительно-восстановительные реакции, которые описываются автором:

Трясся Крым двадцать восьмого года,
И восстало море на дыбы.
Ипуская к ужасу народа,
Огненные серные столбы.
Все прошло. Опять гуляет пена,
Но с тех пор все выше и плотней
Сумрачная серная геенна
Подступает к днищам кораблей.

Процессы, происходящие в глубинах моря можно охарактеризовать возможными уравнениями химических реакций:



взаимодействие протекает во времени на свету при контакте насыщенного раствора сероводорода с кислородом воздуха или при горении в присутствии недостатка кислорода.



температура 250-300°C в присутствии избытка кислорода.

Какая из предлагаемых реакций в большей степени возможна? Для ответа на этот вопрос необходимо обсудить условия протекания реакций. С точки зрения химии, более вероятной является реакция, описываемая уравнением (1).

Использование фрагмента литературного произведения вызывает сильную эмоциональную реакцию учащихся и у каждого перед глазами возникает картина шторма, разыгравшегося в море. Происходит столкновение «правды искусства» с «правдой науки». Таким образом, работа на уроке соответствует последовательности проведения двухаспектного анализа текста [5]:

Этап 1 - ознакомление с текстом.

Этап 2 – решение задач обучения.

Этап 3 – обсуждение художественной составляющей текста.

Этап 4 – сопоставление научной и художественной составляющей текста.

Этап 2 реализуется в ходе описания химических процессов и решения расчетных задач. В качестве примера можно предложить следующие задачи:

Задача 1: Какой объем кислорода (н.у.) необходим для полного окисления сероводорода объемом 33.6 л при температуре 28⁰С и давлении 755 мм рт ст?

Задача 2: Реакция неполного окисления сероводорода кислородом воздуха протекает при освещении в течение 256 часов при температуре 25⁰С. Температурный коэффициент этой реакции примите равным 2. Рассчитайте, при какой температуре реакция закончится за 2 часа.

Большое количество литературных отрывков можно найти для изучения свойств серы и ее соединений, например, использовать отрывок из повести К.Паустовского «Бросок на Юг»:

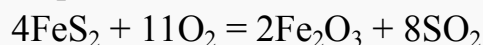
«На поворотах Келасура намывала маленькие песчаные косы. Они горели под солнцем, как золотой песок. В первый раз, попав на Келасури, я намыл из этого берегового песка горсть темно-золотых чешуек - веселых и невеселых. Но через час они почернели и стали похожи на железные опилки. В Сухуми мне объяснили, что это не золото, а серный колчедан».

Информацию, представленную в данном тексте можно прокомментировать показом образца пирита, установлением степеней окисления атомов железа и серы. Наибольшие трудности при составлении уравнений ОВР встречаются при участии в процессе нескольких окислителей или восстановителей.

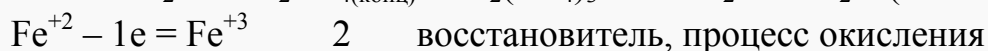
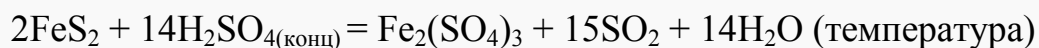
Серный колчедан (пирит) - FeS₂ является сырьем для получения серной кислоты. Одной из стадий получения является обжиг пирита.

Задание. Составьте уравнение химической реакции, протекающей при обжиге пирита.

Данный процесс интересен тем, что в нем два химических элемента (Fe⁺² и S⁻¹) проявляют восстановительные свойства, и это необходимо учитывать при написании уравнения электронного баланса и подборе коэффициентов в уравнении реакции:

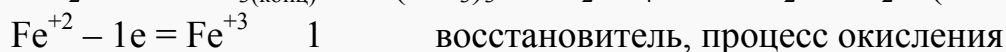


Пирит можно перевести в раствор обработкой кислотами-окислителями. Взаимодействие с концентрированной серной кислотой выражается уравнением реакции:



В соответствии с уравнением электронного баланса, при этом продуктом окисления и продуктом восстановления является SO₂. Серная кислота в данном процессе является одновременно и окислителем, и веществом, создающим среду, т.е. принимает участие в реакции солеобразования.

Азотная кислота проявляет сильные окислительные свойства и взаимодействие пирита с этим окислителем соответствует процессу:



Наиболее часто используются исторические тексты знаменитых ученых химиков при подготовке различных задач олимпиадного уровня.

Задания для самостоятельной работы студентов:

- Разработайте фрагмент плана-конспекта урока с привлечением материала художественного литературного произведения.

Химия и пищевые продукты

Состояние человеческого организма зависит от количества и качества потребляемых продуктов питания и лекарственных препаратов.

Для производства пищевых продуктов используют объекты растительного, животного, микробиологического, минерального происхождения и воду. Их называют *продовольственным сырьем*. Продукты, произведенные из продовольственного сырья и используемые в пищу в натуральном или переработанном виде являются *пищевыми продуктами*. Продукты массового потребления вырабатывают по традиционной технологии (ГОСТ) и предназначены для питания основных групп населения.

Совокупность свойств, отражающих способность продукта обеспечивать органолептические характеристики, потребность организма в пищевых веществах, безопасность для здоровья человека, надежность при изготовлении и хранении определяет *качество пищевых продуктов*.

В настоящее время значительная часть пищевых продуктов производится не по ГОСТ, а по техническим условиям (ТУ). ТУ, по которым выпускается тот или иной продукт, является документацией «для служебного пользования», выяснить, какие ингредиенты туда входят и какие у этого продукта должны быть органолептические и физико-химические показатели, не всегда возможно. И как следствие, продукты, изготовленные по ТУ, не всегда являются качественными.

Приходя в магазин, каждый из нас постоянно сталкивается с продуктами, в состав которых входят различные пищевые добавки: консерванты, красители, эмульгаторы и т.д. **Пищевые добавки** - химические вещества, добавляемые к пищевым продуктам с целью улучшения вкуса, повышения питательной ценности или предотвращения порчи продукта. В последнее время в обществе возрастает озабоченность в связи с применением пищевых добавок, так как их безвредность вызывает сомнения. Между тем пищевые добавки – вовсе не новое изобретение. Еще в далекой древности человек открыл, что, например, соль (встречающийся в природе хлорид натрия) предохраняет мясо от порчи.

Специалисты приписывают пищевым добавкам около 50 различных функций. Можно выделить 11 больших групп добавок:

- питательные добавки (природные компоненты пищи);
- добавки, сохраняющие свежесть;
- добавки, облегчающие переработку или изготовление; консерванты;
- приправы;
- красители;
- уплотнители (текстуранты);
- подсластители;
- наполнители;
- добавки, позволяющие снизить калорийность пищи, и прочие.

Питательные добавки. У этих добавок блестящая история, так как с их помощью в развитых странах удалось практически ликвидировать болезни, вызываемые недостатком в рационе того или иного элемента или вещества, а именно: зоб (недостающий фактор – иод), цингу (витамин С), пеллагру (ниацин), рахит (витамин D, кальций, фосфор) и другие подобные заболевания. В пищевые продукты для повышения их питательной ценности добавляют почти все микроэлементы и макрокомпоненты пищи (жиры, углеводы, белки и клетчатку). Чтобы повысить питательную ценность пищи, очень важно добавлять в нее те вещества, которые в обычном рационе присутствуют в количествах ниже оптимальных.

Добавки, сохраняющие свежесть, включают в первую очередь антиоксиданты. Их добавляют к маслам и к упаковочным материалам, чтобы предотвратить прогоркание. Используют также хелатирующие агенты и секвестранты. Они предотвращают взаимодействие между металлами и компонентами пищи, что сводит к минимуму обесцвечивание, а также утрату вкуса и аромата. Ряд веществ используется для того, чтобы предотвратить потемнение фруктов на поверхности разреза.

Добавки, облегчающие переработку или изготовление. Для улучшения вкуса пищевых продуктов очень важны вещества, способные изменять реакцию в кислую или щелочную сторону. Кроме того, в эту группу входят хелатирующие агенты и секвестранты, а также вещества, изменяющие текстуру продуктов, вызывающие коагуляцию белков (их применяют в сыроварении), способствующие изменению цвета, желатинированию в молочных продуктах, изготовлению взбитых сливок или осветлению кофе.

Консерванты. Это антимикробные агенты, предназначенные для того, чтобы долгое время сохранять продукты годными к употреблению. С давних пор люди использовали для этой цели соль, сахар, кислоты и дым, в котором продукты коптили. В качестве консервантов для фруктов и овощей используют бензоат натрия и бензоат калия. В хлебопечении и производстве молочных продуктов применяются пропионаты, подавляющие развитие плесневых грибов. Многие продукты консервируют с помощью уксусной кислоты (уксуса). Нитриты и нитраты тоже служат консервантами. Сухие фрукты и овощи обрабатывают сернистым газом (диоксидом серы) и сульфитами. Для стерилизации зерновых продуктов и пряностей с целью уничтожения насекомых-вредителей и микроорганизмов применяется ряд газов. По мере роста населения консерванты приобретают все большее значение, поскольку обеспечить 10%-й прирост запасов пищевых продуктов с их помощью гораздо легче, нежели путем расширения сельскохозяйственного производства.

Пряности. Во времена, когда не было постоянных торговых путей, обеспечивающих ввоз пряностей, пища европейцев была крайне однообразной и неудовлетворительной не только в количественном, но и в качественном отношении. В наше время в ходу свыше 2000 различных пряностей для любого мыслимого употребления. Природные пряности имеют очень сложный состав; в кофе, например, содержится свыше 1000 различных соединений (впрочем, обычно пряности далеко не столь сложны). Большинство пряностей, которыми мы пользуемся теперь, – это смеси, составленные из синтетических веществ.

Красители. Назначение пищевых красителей состоит в том, чтобы придать прошедшим обработке продуктам более привлекательный вид. Красители делятся на две главные группы: природные и синтетические. Теперь во всем мире ощущается тяга ко всему «натуральному» в пище, и потому в качестве пищевых красителей все чаще стремятся использовать очищенные пигменты многих растений, животных (в частности насекомых) и микроорганизмов.

Текстуранты. Так называют различные добавки, предназначенные для улучшения текстуры пищевых продуктов. Соединения кальция делают консервированные томаты более плотными и крепкими. Фосфаты улучшают вкус консервированных груш, делая их более нежными. Пирофосфаты улучшают текстуру пудингов быстрого приготовления и молочных продуктов. Эмульгаторы придают стабильность водным и масляным эмульсиям в заправках для салата. Разнообразное применение находят вещества типа крахмала, придающие продуктам большую плотность. Разрыхлители обеспечивают соответствующую текстуру выпекаемых хлебобулочных и кондитерских изделий.

Подсластители. Природные подсластители, такие, как сахар, известны людям на протяжении тысячелетий. Их всегда добывали в больших количествах. Однако забота о снижении калорийности пищи вынудила обратиться к непищевым подсластителям. В США в настоящее время разрешены к применению пять таких веществ: сахарин, аспартам, ацесульфам, тауматин и глициризин. Рассматривается и возможность применения ряда веществ, разрешенных в других странах. Аспартам и ацесульфам приблизительно в 200 раз слаще сахарозы, и ведутся работы по созданию новых, более эффективных искусственных подсластителей.

Наполнители. Эта тенденция к применению непищевых подсластителей заставила искать вещества, которые могли бы выполнять роль, традиционно выполняемую сахарами в напитках, джемах, желе и копченостях. Желатинированный крахмал люди употребляют на протяжении веков, теперь же получен ряд производных крахмала и целлюлозы. Используется полидекстроза – также одно из производных сахара.

Прочие. В эту категорию входит целый ряд веществ. К пищевой соли добавляют, например, алюмосиликат, чтобы она не сбивалась в комки, а сорбит добавляют к кокосовой стружке для того, чтобы она оставалась мягкой.

Сейчас во всем мире насчитывается до двух тысяч таких веществ, и, естественно, возникла необходимость в их классификации. На данный момент Европейский совет по пищевым добавкам разработал свою систему наиболее часто используемых в промышленности пищевых добавок -- их около трехсот. Все они имеют словесное обозначение, например бензоат натрия, и код, начинающийся буквой E (Европа)

Для удобства пользования все добавки разбиты по целевым группам:

E-100 -- E-182 - *красители*;

E-200 и далее - *консерванты*;

Е-300 и далее - антиокислители (*антиоксиданты*);
 Е-400 и далее - стабилизаторы консистенции;
 Е-450 и далее - *эмульгаторы*;
 Е-500 и далее - *регуляторы кислотности, разрыхлители*;
 Е-600 и далее - *усилители вкуса и аромата*;
 Е-700 -- Е-800 - запасные индексы для другой возможной информации;

Е-900 и далее - *глазирующие агенты, улучшители хлеба и муки*.

Исследования показали, что многие из них представляют серьезную угрозу для здоровья человека (табл.14, 15).

Таблица 14. Вредное воздействие пищевых добавок

<i>Пищевая добавка</i>	<i>Вредное действие</i>	<i>Пищевая добавка</i>	<i>Вредное действие</i>	<i>Пищевая добавка</i>	<i>Вредное действие</i>	<i>Пищевая добавка</i>	<i>Вредное действие</i>
Е 102	О!	Е 180	О!	Е 280	Р	Е 463	РХ
Е 103	(3)	Е 201	О!	Е 281	Р	Е 465	РХ
Е 104	П	Е 210	Р	Е 282	Р	Е 466	РХ
Е 105	(3)	Е 211	Р	Е 283	Р	Е 477	П
Е 110	О!	Е 212	Р	Е 310	С	Е 501	О!
Е 111	(3)	Е 213	Р	Е 311	С	Е 502	О!
Е 120	О!	Е 214	Р	Е 312	С	Е 503	О!
Е 121	(3)	Е 215	Р	Е 320	Х	Е 510	ОО!!
Е 122	П	Е 216	Р (3)	Е 321	Х	Е 513Е	ОО!!
Е 123	ОО!! (3)	Е 219	Р	Е 330	Р	Е 527	ОО!!
Е 124	О!	Е 220	О!	Е 338	РХ	Е 620	О!
Е 125	(3)	Е 222	О!	Е 339	РХ	Е 626	РК
Е 126	(3)	Е 223	О!	Е 340	РХ	Е 627	РК
Е 127	О!	Е 224	О!	Е 341	РХ	Е 628	РК
Е 129	О!	Е 228	О!	Е 343	РК	Е 629	РК
Е 130	(3)	Е 230	Р	Е 400	О!	Е 630	РК
Е 131	Р	Е 231	ВК	Е 401	О!	Е 631	РК
Е 141	П	Е 232	ВК	Е 402	О!	Е 632	РК
Е 142	Р	Е 233	О!	Е 403	О!	Е 633	РК
Е 150	П	Е 239	ВК	Е 404	О!	Е 634	РК
Е 151	ВК	Е 240	Р	Е 405	О!	Е 635	РК
Е 152	(3)	Е 241	П	Е 450	РХ	Е 636	О!

E 153	P	E 242	O!	E 451	PX	E 637	O!
E 154	PK, PD	E 249	P	E 452	PX	E 907	C
E 155	O!	E 250	PD	E 453	PX	E 951	BK
E 160	BK	E 251	PD	E 454	PX	E 952	(3)
E 171	П	E 252	P	E 461	PX	E 954	P
E 173	П	E 270	O! д/детей	E 462	PX	E 1105	BK

Условные обозначения вредных воздействий добавок:

O! — опасный

OO!! — очень опасный

(3) — запрещенный

PK — вызывает кишечные расстройства

PD — нарушает артериальное давление

C — сыпь

P — ракообразующий

PЖ — вызывает расстройство желудка

X — холестерин

П — подозрительный

BK — вреден для кожи

- *- вещество входит в список пищевых добавок, запрещенных к применению в пищевой промышленности Российской Федерации;
- **- вещество входит в список пищевых добавок, не имеющих разрешения к применению в пищевой промышленности в Российской Федерации;

Таблица 15. Перечень используемых пищевых добавок и их воздействие на организм человека

Консерванты (E-200 – E-299)

Код	Название	Примечания
E-200	Сорбиновая кислота	Может вызывать кожные реакции.
E-209**	Пара-гидроксibenзойной кислоты гептиловый эфир	
E-210	Бензойная кислота	Может провоцировать приступы астмы
E-213**	Бензоат кальция	
E-214**	Пара-гидроксibenзойной кислоты этиловый эфир	Запрещен в ряде стран

E-215**	Пара-гидроксibenзойной кислоты этилового эфира натриевая соль	Запрещен в ряде стран
E-216*	Пара-гидроксibenзойной кислоты пропиловый эфир	Запрещен в России
E-217*	Пара-гидроксibenзойной кислоты пропилового эфира натриевая соль	Запрещен в ряде стран
E-218**	Пара-гидроксibenзойной кислоты метиловый эфир	Возможны кожные аллергические реакции
E-219**	Пара-гидроксibenзойной кислоты метилового эфира натриевая соль	Запрещен в ряде стран
E-220	Диоксид серы	Людам с почечной недостаточностью применить с осторожностью
E-221	Сульфит натрия	
E-225**	Сульфит калия	
E-226**	Сульфит кальция	Запрещен в ряде стран
E-227**	Гидросульфит кальция	Запрещен в ряде стран
E-228**	Гидросульфит калия (бисульфит калия)	
E-230**	Бифенил, дифенил	Запрещен в ряде стран
E-231**	Ортофенилфенол	Запрещен в ряде стран
E-232**	Ортофенилфенол натрия	
E-233**	Тиабендазол	Запрещен в ряде стран
E-234	Низин	
E-235	Натамицин (нимарицин)	Может вызывать аллергические реакции, тошноту понос
E-236	Муравьиная кислота	Запрещен в ряде стран
E-237**	Формиат натрия	Запрещен в ряде стран
E-238**	Формиат кальция	Запрещен в ряде стран
E-239	Гексаметилентетрамин	Запрещен в ряде стран
E-240*	Формальдегид	Запрещен в России Запрещен в ряде стран
E-241**	Гваяковая смола	
E-249	Нитрит калия	Возможно, канцероген. Запрещено использовать в детском питании
E-	Нитрат калия	Во многих странах

252**		на его использование наложены ограничения
E-261	Ацетат калия	Его следует избегать людям с заболеваниями почек
E-262	Ацетаты натрия ацетат натрия, гидроацетат натрия (диацетат натрия)	
E-263**	Ацетат кальция	
E-264**	Ацетат аммония	Может вызывать тошноту
E-281**	Пропионат натрия	Может вызывать мигрень
E-282**	Пропионат кальция	То же
E-283**	Пропионат калия	То же
E-284	Борная кислота	
E-285	Тетраборат натрия (бура)	
E-296	Яблочная (малоновая) кислота	Не рекомендуется младенцам и маленьким детям
E-297	Фумаровая кислота	

Усилители вкуса и аромата (E-600 – E-699)

Код	Название	Примечания
E-620	Глутаминовая кислота. Заменитель соли	Не рекомендуется использовать в детском питании
E-621	Глутамат натрия однозамещенный	Запрещен к использованию в детском питании
E-622**	Глутамат калия однозамещенный	Может вызывать тошноту, понос, колики
E-625**	Глутамат магния	
E-627	Гуанилат натрия двузамещенный	Запрещен к использованию в детском питании
E-629**	5-гуанилат кальция	
E-630	Инозиновая кислота	
E-631	Инозинат натрия двузамещенный	Запрещен к использованию в детском питании
E-635**	5-рибонуклеотиды натрия двузамещенные	Запрещен в ряде стран

Красители (E-100 – E-199)

Код	Название	Примечания
E-100	Куркумины	
E-102	Тартразин	Вызывает приступы астмы Запрещен в

		ряде стран
E-103**	Алканет, алканин	
E-104	Желтый хинолиновый	Вызывает дерматиты. Запрещен в ряде стран
E-107**	Желтый 2 G	При астме применять с осторожностью
E-110	Желтый «солнечный закат» FCF, оранжево-желтый S	Может вызывать аллергические реакции, тошноту. Запрещен в ряде стран.
E-120	Кошениль; карминовая кислота; кармины	Некоторые здравоохранительные организации советуют избегать его.
!E-121*	Цитрусовый красный 2	Запрещен в России! Запрещен в ряде стран.
E-122	Азурubin, кармуазин	Запрещен в ряде стран.
!E-123*	Амарант	Запрещен в России! Запрещен в ряде стран. В т.ч. вызывает пороки развития у плода
E-124	Понсо 4R (пунцовый 4R), кошенилевый красный A	Запрещен в ряде стран. Канцероген. Провоцирует приступы астмы.
E-125**	Понсо, пунцовый SX	
E-127**	Эритрозин	Запрещен в ряде стран. Может вызывать гиперактивность щитовидной железы.
E-128**	Красный 2G	Запрещен в ряде стран.
E-129	Красный очаровательный AC	Канцероген. Запрещен в ряде стран
E-131	Синий патентованный V	Запрещен в ряде стран
E-132	Индигодин, индигокармин	Может вызывать тошноту, повышенное и прочие аллергические реакции Запрещен в Норвегии
E-133	Синий блестящий FCF	Запрещен в ряде стран
E-142	Зеленый S	Запрещен в ряде стран
E-151	Черный блестящий BN, черный PN	Запрещен в ряде стран
E-153**	Уголь растительный	Запрещен в США
E-154**	Коричневый FK	Запрещен в США
E-155**	Коричневый NT	Запрещен в ряде стран
	Экстрам паприки, капсантин, капсорубин	Запрещен в ряде стран
E-160d**	Ликопин	
E-166**	Сандаловое дерево	
E-173**	Алюминий	Запрещен в ряде стран
E-174**	Серебро	Запрещен в ряде стран
E-175**	Золото	Запрещен в ряде стран
E-180**	Рубиновый литол BK	Запрещен в ряде стран
E-181	Танины пищевые	
E-182**	Орсейл, орсин	

Глазирующие агенты, улучшители хлеба и муки и другие вещества (E-900 – E-999)

Код	Название	Примечания
-----	----------	------------

E-900	Диметилполисилоксан	
E-901	Пчелиный воск, белый и желтый	Возможны аллергические реакции
E-902	Воск свечной	То же
E-903	Воск карнаубский	Добывается из вида пальм, растущих в Африке
E-904	Шеллак	Добывается из насекомых. Возможны аллергические реакции
E-905a	Вазелиновое масло «пищевое»	
E-905b	Вазелин	
E-905c	Парафин	
E-906**	Бензойная смола	
E-908**	Воск рисовых отрубей	
E-909**	Спермацетовый воск	
E-910**	Восковые эфиры	
E-911**	Жирных кислот метиловые эфиры	
E-912	Эфиры монтаниновой кислоты	
E-913**	Ланолин	
E-914	Окисленный полиэтиленовый воск	
E-916	Кальция йодат	Используется для обогащения продуктов питания йодом
E-917	Калия йодат	То же
E-918**	Оксиды азота	
E-919**	Нитрозил хлорид	
E-920	L- цистеин	
E-922**	Персульфат калия	
E-923**	Персульфат аммония	
E-924a-b**	Бромат кальция, натрия	Запрещен в России!
E-925**	Хлор	
E-926**	Диоксид хлора	Канцероген
E-927b	Карбамид	
E-928	Пероксид бензоила	
E-929**	Перекись ацетона	
E-930	Пероксид кальция	
E-938#	Аргон	
E-939#	Гелий	
E-940	Дихлордифторметан хладон-12	
E-941	Азот	
E-942*	Диазомоноксид	
E-943a*	Бутан	
E-943b**	Изобутан	
E-944*	Пропан	
E-945*	Хлопентафторэтан	

E-946**	Октафторциклобутан	
E-948	Кислород	
E-950	Ацесульфам калия	
E-951	Аспартам Заменитель сахара	Огромное количество побочных эффектов
E-952	Цикламвая кислота и ее натриевые, калиевые и кальциевые соли	Заменитель сахара. Запрещен в США и Великобритании, считается канцерогеном
E-953	Изомальтит	
E-954	Сахарин и его натриевые, калиевые и кальциевые соли	Заменитель сахара. Ограничения на его использования в США, по некоторым данным канцероген
E-957**	Тауматин	Заменитель сахара естественного происхождения
E-959**	Неогесперидин Дигидрохалкон	
E-958	Глицирризин	
E-965	Мальтит мальтитный сироп	
E-966	Лактит	
E-967	Ксилит	Вызывает каменно-почечную болезнь у лабораторных животных
E-999	Экстракт Квиллайи	Вещество естественного происхождения, вызывает богатое пенообразование в газированных напитках, пиве

В России в качестве пищевых добавок широко используются фосфаты различного состава.

Добавка E339 (фосфат натрия Na_3PO_4) — используется в качестве стабилизатора, регулятора кислотности, антиоксиданта и разрыхлителя. Ее можно обнаружить в хлебе и всевозможных сладостях, мясе, сырах, сухом молоке и продуктах быстрого приготовления.

Добавка E340 (фосфат калия K_3PO_4) — применяется в качестве влагоудерживающего агента, эмульгатора, регулятора кислотности и фиксатора окраски. Благодаря своим свойствам добавка нашла широкое применение в изготовлении сосисок, колбас и ветчины, а также в обработке куриных окорочков. Кроме того, ее применяют для изготовления чипсов, растворимого кофе и кондитерских изделий, а также для изготовления зубных паст.

Добавка E341 (ортофосфат кальция $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) — применяется в качестве разрыхлителя, стабилизатора, фиксатора краски и регулятора кислотности. Обнаружить добавку можно в спортивных напитках и энергетиках, овощных и фруктовых консервах, плавленом сыре, сухом молоке и сливках.

Добавка E342 (фосфат аммония $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$) — является регулятором кислотности, благодаря чему используется в производстве дрожжей.

Добавка E343 (фосфат магния $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$) — считается отличным загустителем, стабилизатором консистенции и связующим агентом. Чаще всего добавку применяют для производства сливок и сухого молока.

Добавка E450 (пирофосфаты) — зарекомендовала себя в качестве средства, увеличивающего мышечную массу. Благодаря такой особенности добавка широко применяется в изготовлении мясных продуктов и плавленых сыров.

Добавка E451 (трифосфаты) — чаще всего используется в качестве эмульгатора жира, благодаря чему ее можно встретить в составе макарон и сухих круп, пастеризованного молока, выпечки и тортов, а также в рыбном фарше и при обработке свежей рыбы.

Добавка E452 (полифосфаты кальция, калия и натрия) — вещества, используемые в качестве стабилизаторов и замедлителей химических реакций. Участвуют в производстве чипсов, пакетированного кофе, сосисок, колбас, окорочков и ветчины.

Как можно заметить, список продуктов, в которых присутствуют соли фосфорной кислоты, просто огромен. Если регулярно употреблять эти продукты, то человек неминуемо столкнется с нервными расстройствами и ослаблением костной ткани. Чтобы избежать этого, рекомендуется употребление или полное исключение вредных продуктов из своего рациона, а в дополнение к этому, необходимо пить больше молока и кисломолочных продуктов.

Методы анализа мяса и различных мясных продуктов с применением качественных реакций на фосфат-ионы описаны в ГОСТ (ГОСТ 9794-2015. Продукты мясные. Методы определения. ГОСТ 32009-2013. Мясо и мясные продукты).

Доза фосфатов, получаемых человеком ежедневно в 7-10 раз больше необходимого. Чем больше фосфатов в крови человека, тем выше риск инфарктов и смертности от сердечных болезней. Происходит ухудшение усвоения кальция организмом.




Покупая продукты, газированную воду, жвачку и конфеты, обращайте внимание на этикетку. И если не разрешенные, но и не запрещенные добавки в большинстве своем относительно безвредны, то запрещенные могут привести к смерти.

Сложные эфиры находят применение в медицине в качестве лекарственных препаратов. Например, широко известный болеутоляющий и жаропонижающий препарат аспирин:

Эфиры низших спиртов и низших кислот – летучие жидкости с запахом разных цветов и фруктов (табл.16). Эти эфиры применяют в пищевой промышленности и парфюмерии.

Таблица 16. Сложные эфиры и их запахи

<i>Сложный эфир</i>	<i>Запах</i>	<i>Фото</i>
Этилформиат (этиловый эфир муравьиновой кислоты)	рома	
Бутилпропионат (бутиловый эфир пропионовой кислоты)	ананаса	
Изоамилацетат (изоамиловый эфир уксусной кислоты)	груши	
Амилформиат (амиловый эфир муравьиной кислоты)	вишни	

Амилацетат (амиловый эфир уксусной кислоты)	бананов	
Этилбутират (этиловый эфир масляной кислоты)	абрикосов	
Этилизовалерьят (этиловый эфир изовалерьяновой кислоты)	яблок	

Задания для самостоятельной работы студентов

- Разработайте план проведения внеаудиторного занятия для учащихся с использованием описания состава любого пищевого продукта, моющего средства, косметического препарата и т.д.

При определении кислотности каких – либо пищевых продуктов (хлеба, сока, воды и т.д.) или биологических жидкостей часто используют индикаторы. При этом полезной окажется следующая информация. В настоящее время изготавливают индикаторную бумагу, пропитанную смесью различных индикаторов и показывающую несколько переходов цвета; с помощью такой бумаги можно определить рН раствора с точностью до единицы в интервале рН 1-13. Такую индикаторную бумагу называют *универсальной индикаторной бумагой*. Для этого на индикаторную бумажку наносят испытуемый раствор и по образовавшейся окраске определяют величину рН, сравнивая полученную окраску со шкалой сравнения.

Индикатор (лат. indicator — указатель) — соединение, позволяющее визуализировать изменение концентрации какого-либо вещества или компонента, например, в растворе при титровании, или быстро определить рН. В качестве индикаторов для определения кислотности среды часто используют лакмус фиолетовый, который в кислой среде приобретает розовую (красную) окраску или фенолфталеин, который в щелочной среде

имеет малиновую окраску. Каждый индикатор характеризуется определенным интервалом рН, в котором наблюдается изменение окраски табл. 17).

Таблица 17. Характеристики некоторых кислотно-основных индикаторов

<i>Индикатор</i>	<i>Окраска</i>		<i>Интервал рН перехода</i>
	<i>Молекулярная форма.</i>	<i>Ионная форма</i>	
Метилоранж	красная	желтая	3,1 – 4,4
Метиловый красный	красная	желтая	4,4 – 6,2
Лакмус	красная	синяя	5,0 – 8,0
Фенолфталеин	бесцветн.	малиновая	8,0 – 10,0

Причина изменения окраски индикатора в растворе — изменения в строении молекул индикатора.

Заключение

Метапредметными результатами обучения химии являются формирование универсальных учебных действий (УУД) обучающихся:

регулятивные УУД

- самостоятельно обнаруживать и формулировать учебную проблему, определять цель учебной деятельности;
- выдвигать версии решения проблемы, осознавать конечный результат деятельности, выбирать из предложенных средства достижения цели и самостоятельно искать и предлагать возможные иные средства достижения поставленной цели;
- индивидуально или в составе группы составлять план решения проблемы;
- работать в соответствии с разработанным планом, корректируя возникающие ошибки или недочеты;

познавательные УУД

- анализировать, сравнивать, классифицировать и обобщать факты и наблюдаемые явления, устанавливать причины и следствия;
- осуществлять сравнение, классификацию, самостоятельно выбирая основания и критерии для указанных логических операций;
- строить логическое рассуждение, включающее установление причинно-следственных связей;
- создавать схематические модели с выделением существенных характеристик объекта;
- составлять тезисы, различные виды планов деятельности;
- преобразовывать информацию из одного вида в другой;
- уметь определять возможные источники необходимых сведений, производить поиск информации, анализировать и оценивать ее достоверность;

коммуникативные УУД

- самостоятельно организовывать учебное взаимодействие в группе: определять общие цели, распределять роли, договариваться друг с другом.

Список используемых источников

1. Зверев И.Д. Максимова В.Н. Межпредметные связи в современной школе. // М.: Педагогика. 1981.
2. Иванова Т.В. Теория и практика развития фундаментальных общебиологических понятий. // - М.: ИОСО РАО, 1998.
3. Вишнякова С.М. Профессиональное образование. Словарь. Ключевые понятия, термины, актуальная лексика. // – М.: Изд-во НМЦ СПО, 1999. – с. 365.
4. Нурутдинова А.Р. Модернизация профессионального образования: педагогическая интеграция (ретроспективный анализ) // Вестник ПНИПУ. Проблемы языкознания и педагогики. № 3, 2016. – с. 131-136.
5. Журин А.А., Заграничная Н.А. Химия: метапредметные результаты обучения. 8-11 классы. // – М. : ВАКО, 2014. – 208 с.
6. А.Я. Данилюк. Теория интеграции образования // Изд-во Ростовского педагогического университета. 2003. – 448 с.
7. Давыденко Н.В., Салошина Г.Е. Интеграция в обучении. «Первое сентября». // М.: Владос. 2010. – 222 с.
8. Червонная С.Д. Интеграция как средство внедрения новых педагогических технологий // Приложение «Химия» к газете «Первое сентября» 2.10. 2003.
9. Ф. Энгельс. Диалектика природы. /Ф.Энгельс. // – М.: Политиздат, 1982.
10. Г.Гегель. Энциклопедия философских наук: в 3 т. Г.Гегель. // – М.: Мысль, 1975. – т.2: Философия природы.
11. Волкова Е.В. Образ мира глазами химика (Образ вещества как форма и условие познавательной деятельности химика) // Мир психологии. № 4 (60), 2009, - с. 187-196.
12. Зазнобина Л.С. Концепция практического медиаобразования // Перспективы развития общего среднего образования: сб. науч.трудов. М.: ИОСО РАО. 1998.
13. Кожина Л.Ф., Захарова Т.В., Пожаров М.В. Метапредметный подход как средство дополнительной мотивации студентов // Материалы XI Всероссийской научной конференции с международным участием «Актуальные проблемы химии, биологии и биотехнологии» Сев.-Осет. Гос. ун-т. им. К.Л. Хетагурова. Владикавказ: 18 – 20 мая 2017 г.; Сборник трудов конференции. Изд-во Сев.-Осет. Гос. ун-т. им. К.Л. Хетагурова. Владикавказ. -2017. – с.514-519. <https://elibrary.ru/item/asp?id=29388507>.
14. И.Ю. Кряжева, О.Н.Рыжова. Взаимосвязь химии и смежных естественных наук в восприятии школьников и студентов // Актуальные проблемы химического и биологического образования: материалы X Всероссийской

научно-практической конференции с международным участием, г. Москва 15-16 апреля 2019 г. / под общ.ред. П.А. Оржековского [Электронное издание]. – Москва : МПГУ, 2019-с. 259.

15. Литвинова Т.Н., Быков И.М., Корочанская С.П. Реализация принципа преемственности при изучении химических дисциплин для повышения качества химического образования в системе медицинского // Успехи современного естествознания. – 2005. – № 9. – С. 41-43; URL: <http://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=9167> (дата обращения: 31.01.2019).

16. Такшаитова Э.И., Косырева И.В., Кожина Л.Ф. Метапредметная интеграция при подготовке студентов по направлению «Педагогическое образование» в Институте химии СГУ // Теория и практика современной науки. № 5(11), 2016. – с.1193-1196.

17. Федорова Н.Б., Кузнецова О.В., Поляков А.С. Межпредметная интеграция в курсе физики: учебно-методическое пособие // Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. – Рязань, 2010. – 108 с.

18. Основы физической химии: учебное пособие: в 2 ч. Ч.1 :Теория./ В.В. Еремин, [и др.] – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 320 с.

19. А.Г. Кайбалиев, Г.А. Пичугина. Организация полимодального обучения в процессе изучения школьного курса химии // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения: Сборник научных статей. Выпуск 21. - Саратов, 2019, - с. 70-73.

20. Князев Д.А., Смарицын С.Н. Неорганическая химия; учеб. для вузов // 3-е изд., испр. – М. : Дрофа, 2005. – 591 с.

21. Жолнин А.В.; под ред. Попкова В.А., Жолнина А.В. Общая химия: учебник // — М.: ГЭОТАР Медиа, 2012. - 400 с.

22. Кожина Л.Ф., Косырева И.В., Крылатова Я.Г. Комплексные соединения в неорганической химии. Часть IV. Решебник к учебно-методическому пособию «Комплексные соединения в неорганической химии». Учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки «Педагогическое образование», профиль «Химия». Электронный ресурс. Саратов – 2018. - 72 с. http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/2063.pdf.

23. Еремин В.В., Кузьменко Н.Е., Терение В.И., Дроздов А.А., Луние. В.В. Химия, 10 класс. Базовый уровень: учебник // – М. : Дрофа, 2013. – 188 с.

24. Петьков В.И., Грудзинская Е.Ю. Изоморфизм. Твердые растворы. Электронное учебно-методическое пособие. // – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2010. – 144 с.

25. Такшаитова Э.И., Косырева И.В., Кожина Л.Ф. Интеграция химии и БЖД при обучении студентов Института химии направления

«Педагогическое образование» Межвузовский сборник научных трудов XI Всероссийской конференции с международным участием «Современные проблемы теоретической и экспериментальной химии». // Саратов: Изд-во «Саратовский источник». 2016. С.189-191.

26. Воробьев Ю.Л., Пучков В.А., Дурнев Р.А.; под общ. Ред. Воробьева Ю.Л. Основы формирования культуры безопасности жизнедеятельности населения // МЧС России. – М.: Деловой экспресс, 2006. – 316 с.

27. ГОСТ Р 22.3.07-2014. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Культура безопасности жизнедеятельности. Общие положения. URL: [http:// docs.cntd.ru/document/1200109440/](http://docs.cntd.ru/document/1200109440/).

28. Тарасова Н.П., Кузнецов В.А., Сметанников Ю.В., Малков А.В., Додонова А.А. Задачи и вопросы по химии окружающей среды. // – М. : Мир, 2002. – 368 с.

29. Сорокина А., Косырева И.В., Кожина Л.Ф. Интеграция химии и литературы при обучении студентов Института химии на направлении «Педагогическое образование». Межвузовский сборник научных трудов XI Всероссийской конференции с международным участием «Современные проблемы теоретической и экспериментальной химии». // Саратов: Изд-во «Саратовский источник». 2016. С.186-188.

30. Пичугина Г.А., Шатская Е.Ф. Развитие смыслообразования на уроках химии в условиях интеграции с литературой.// Научное обозрение: гуманитарные исследования. №3. 2017. Изд-во «Наука образования». – М.: 2017. С 69-74.