

Тимакова Галина Александровна

магистр, учитель химии

МОУ Ивняковская СШ ЯМР

п. Ивняки, Ярославская область

ПРИМЕНЕНИЕ КАПЕЛЬНОГО МЕТОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОЛАБОРАТОРИИ

***Аннотация:** в данной статье представлена методика проведения занятий в малом практикуме по органической химии с использованием «Микролаборатории для химического эксперимента» школьного типа.*

***Ключевые слова:** капельный метод, микролаборатория, органическая химия.*

Введение

Актуальность исследования обусловлена:

- выполнением ученического эксперимента с использованием микро- и полумикрометодов;
- использованием лаборатории микроанализа, с целью овладения методиками преподавания органической химии в современной школе студентами нашего вуза;
- экономией химических реактивов и безопасностью преподавания органической химии.

Для повышения эффективности работоспособности и простоты усвоения материала учащихся и студентов не химических специальностей, целью выпускной квалификационной работы является: разработка методики проведения занятий в малом практикуме по органической химии с использованием «Микролаборатории для химического эксперимента» школьного типа.

Для реализации поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- изучить педагогическую, методическую, психологическую литературу по теме исследования;

- выявить эффективность применения «Микролаборатории для химического эксперимента» школьного типа;
- разработать методику проведения занятий в малом практикуме;
- отработать методики проведения химического эксперимента с малыми количествами веществ;
- выявить эффективность использованных методик с использованием лаборатории микроанализа;
- проведение анкетирования студентов.

В настоящее время микролаборатория предназначена для индивидуальной работы учащихся и позволяет выполнять все лабораторные опыты, практические работы и экспериментальные задачи в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов по химии базового и профильного уровней.

Лаборатория применяется при проведении практических химических экспериментов, а также для научных исследований. Химия – наука экспериментально-теоретическая. Это означает, что любая химическая теория непременно подкрепляется и проверяется экспериментом, химическим опытом. Результат эксперимента – это химический факт, поэтому опыты в химии необходимо правильно поставить. Для школьников и студентов ВУЗов не химических специальностей необходимо, во-первых, следует знать, зачем нужен данный опыт, и что хотят проверить или доказать с его помощью. Во-вторых, приобрести навыками лабораторной работы: уметь пользоваться лабораторной посудой и приборами. Наливать и насыпать реактивы, проводить нагревание и охлаждение смесей и т. д. При этом каждый работающий в лаборатории должен строго соблюдать правила техники безопасности.

Обычно при постановке опыта исследователь пытается предвидеть его результат на основе уже имеющихся знаний, высказывает предположение (гипотезу). Опыт ставится для проверки гипотезы, помогает устранить сомнения и собрать доказательства в подтверждение идеи или, наоборот опровергнуть ее. Если результаты опыта противоречат вашим предположениям, его надо проделать

ещё раз более тщательно: может быть, причиной неудачи было несоблюдение правил проведения эксперимента. Однако, если ожидаемый результат не получился, придется признать, что выдвинутое предположение неверно и подлежит пересмотру.

Сделав вывод, нужно убедить других в том, что если ставить опыт так, как это делали учащиеся или студенты не химических специальностей, будет обязательно получен то же самый результат.

Затем результаты эксперимента нужно осмыслить, связать химический факт с известными нам теориями и на этой основе объяснить их.

Опыты, включенные в наше пособие, многократно воспроизводились экспериментально и имеют точное объяснения.

Не менее важно знать, что в химии нужны расчеты. Они необходимы при использовании химических процессов в народном хозяйстве. Специалистам не химических специальностей приходится рассчитывать, какое количество сырья должно обеспечивать химическое производства, каковы должны быть условия его продуктивной работы, на какой режим надо настроить аппаратуру, чтобы предприятие не наносило ущерб окружающей среде и одновременно обеспечило высокое качество выпускаемой продукции.

Решение экспериментальных задач, приведенных в нашем малом практикуме и совмещенных с расчетами, позволит расширить и углубить химические знания школьников и студентов не химических специальностей, облегчит овладение профессией, какой бы она ни была.

Данный малый практикум по органической химии направлен на решение таких задач способных, как можно шире практиковать лабораторные и самостоятельные работы. Особое внимание надо уделять комплексному педагогическому обеспечению учебно-воспитательного процесса, созданию учебно-методических пособий и дидактических средств обучения.

1. Литературный обзор

На протяжении XIX в., по свидетельству В.Н. Верховского (преподавателя химии Тенишевского коммерческого училища в 1914 г.), «химия как учебный

предмет была у русской школы на положении падчерицы. Ее или подчиняли другим предметам, как физика, минералогия, товароведение, или только терпели – то вводили, то изгоняли, то снова допускали. Тем не менее, положение методики преподавания химии было вовсе не катастрофическим». В течение 20 лет, предшествовавших 1917г., «русская методика химии ... вполне самостоятельно и правильно разрешила целый ряд методических проблем». В частности, были разработаны основные вопросы содержания, техники и методики учебного эксперимента.

Съезд преподавателей физико-химических наук средних учебных заведений Московского учебного округа, проходивший в конце 1899 г. под председательством известнейшего физика профессора Н.А. Умова, заявил, что в основу преподавания химии нужно положить опыт и, что эксперимент в школе должен явиться тем «орудием исследования», каким он является при научном изучении природы. Позднее было подчеркнуто, что такой путь – единственный рациональный путь изучения химии в школе, что «... каждый опыт есть лучшее упражнение для человеческой логики ... несколько физических и химических опытов более разовьют в воспитание правильность и остроту наблюдений, чем сотни упражнений, написанных по логическим категориям». Этот метод «весьма плодотворно отражается на всем умственном складе человека. Он отучает ум от поспешных выводов, вырабатывая в нем привычку строить заключения на всей совокупности разносторонне обследованных фактов», способствует самостоятельности и независимости суждений.

Химия стала самостоятельной дисциплиной в советской школе. В XIX в. начали активно использоваться, развиваться и внедряться в учебный процесс идеи методистов XIX в., в том числе вопросы, касающиеся главного метода изучения химии – демонстрационного эксперимента.

В 1983 г. в г. Градец Кралове (ЧССР) вышел совместный труд методистов социалистических стран по актуальным проблемам обучения химии. В нем методисты СССР В.П. Гаркунов и Р.Г. Иванова уточнили функции школьного демонстрационного эксперимента [1].

Химический эксперимент придает особую специфику предмету химия. Он является важнейшим способом осуществления связи теории с практикой путем превращения знаний в убеждения, помогает повысить интерес учащихся к предмету химия.

В методической литературе можно встретить много различных формулировок понятия химического эксперимента, используемого для обучения: «школьный химический эксперимент», «ученический эксперимент по химии» и др. В качестве центрального в этом многообразии понятий можно выделить понятие «учебный химический эксперимент» (УХЭ) [2]. В схеме 1 выделены компоненты УХЭ.

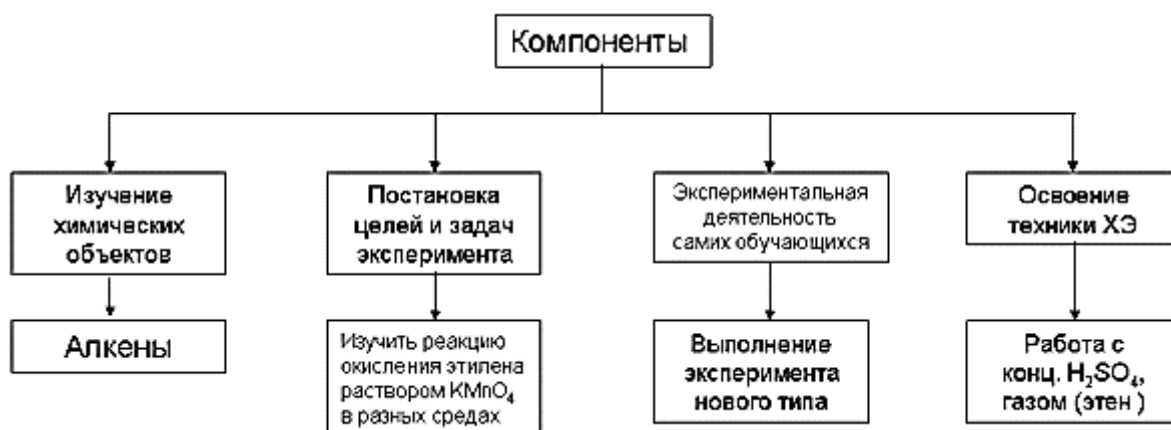


Рис. 1. Схема 1

На основе этих общих компонентов понятие УХЭ можно представить как специальным образом организованный фрагмент процесса обучения, направленный на познание объектов химии и развитие экспериментальной деятельности обучаемых.

В школьном курсе химии эксперимент является не только методом исследования, источником и средством нового знания, но и своеобразным объектом изучения, которой выполняет различные функции (схема 2).



Рис. 2. Схема 2 Функции химического эксперимента [3]

Выполнять эксперимент возможно лишь с опорой на полученные ранее знания. Теоретическое обоснование опыта способствует его восприятию (которое становится более целенаправленным и активным) и осмыслению его сущности. Проведение эксперимента обычно связано с выдвижением гипотезы [3].

Формулирование гипотезы учащимися развивает их мышление, заставляет применять имеющиеся знания и в результате проверки гипотезы получать новые знания. Химический эксперимент открывает большие возможности также и для создания и последующего разрешения проблемных ситуаций.

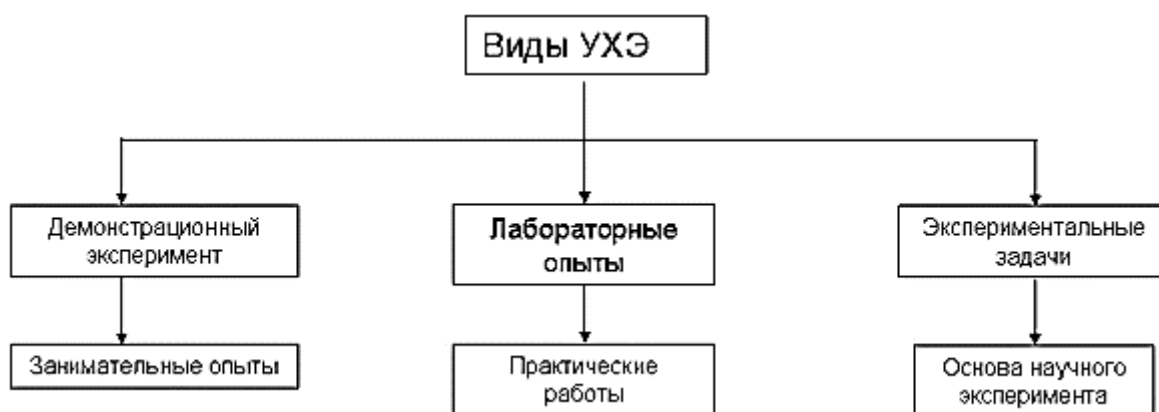


Рис. 3. Схема 3. Виды учебного химического эксперимента

Эксперимент должен стать необходимой частью урока при изучении конкретных вопросов. Ученики должны знать, для чего проводится эксперимент, какое теоретическое положение он подтверждает, на какой вопрос поможет ответить. По организационным формам и месту, занимаемому в педагогическом процессе, учебный эксперимент делят на следующие виды (схема 3) [4].

Желание учителя прийти к цели – усвоению обязательного минимума содержания – кратчайшим путём иногда подталкивает его к жёсткой технологизации обучения, а иногда и к натаскиванию. И в этом случае, на фоне видимых успехов всеобуча по предмету, встречаются подводные камни: как соотносить обучение и развитие? Как достичь развивающего характера обучения?

Один из путей выхода из такого положения может заключаться в расширении границ педагогических технологий в поисковую область, т.е. в рамках

технологически построенного учебного процесса должны найти применение учебно-поисковые, творческие направления (уроки-исследования, учебно-игровая деятельность, приёмы развития критического мышления и др. И тогда можно с определенной степенью уверенности сказать, что обучение носит развивающий, личностно ориентированный характер.

Важно знакомить учащихся с основами научного исследования, его исходным пунктом (проблемой) и основными этапами, моделируя его на уроке. При этом ознакомление с методом научного исследования приобретает системный характер. Одновременно решается не менее важная задача изучения предмета – всестороннее развитие личности, её интеллектуальное и нравственное совершенствование, повышение активности и творческого потенциала.

Изучение методов научного познания начинается с первоначальных сведений о методах исследования веществ, затем понятия о методах научного исследования постепенно расширяются и углубляются, а к концу первого года обучения химии к ранее изученным общим методам научного исследования (наблюдение, эксперимент) добавляются и такие, как метод гипотез, дедукция, индукция. Эти знания уже позволяют моделировать научное исследование на уроке, т.е. проводить урок – исследования.

Главное при конструировании урока-исследования – создание на уроке условий, стимулирующих умственную деятельность учащихся.

Характеризуя степень эффективности уроков – исследований, необходимо отметить, что общие затраты времени на их проведение (и особенно на подготовку) превышают время на подготовку и проведение традиционного урока по той же теме, но это компенсируется развивающим результатом урока – исследования.

Наибольших затрат учебного времени для учащихся требуют такие процедуры, как лабораторный эксперимент, сопряжённый с наблюдением, осмысление и формированием выводов, а также осмысление собранной (в процессе теоретического и экспериментального исследования) информации, самостоятельное формулирование выводов, связанное и доказательное изложение их при

вербализации. Осмысление – это, пожалуй, самое главное в творческом процессе учащегося, и на него должно быть отведено достаточное время (с учётом особенностей каждого ученика). Именно осмысление обеспечивает развитие учащихся.

Поисковый характер урока-исследования вносит в учебный процесс развивающего обучения, что достаточно наглядно можно проследить на лабораторных занятиях по органической химии.

При проведении опытов учащиеся узнают состав веществ, их химические свойства, превращения и возможные применения. Для получения прочных знаний по химии объем ученического эксперимента должен быть значительным. На расширение количества опытов, их безопасности, наглядности и доступности направлено создание современного школьного оборудования. В конечном итоге это позволяет повысить интерес к химии, развить практические умения и навыки учащихся, улучшить качество знаний.

Одно из перспективных направлений обеспечение школьного учебного процесса связано с использованием простого и компактного лабораторного оборудования малых размеров. Применение в учебном процессе такого лабораторного оборудования имеет определенные преимущества: большую организованность ученического эксперимента и экономию занимаемой площади. Дидактические преимущества простого и компактного оборудования связаны с возможностью индивидуального выполнения эксперимента учащимися.

Преимущества в использовании школьного оборудования достигаются в процессе при его компоновке, обеспечивающие проведение ученического эксперимента по темам или разделам школьного курса учебной дисциплины в соответствии с действующими программами обучения. Конструктивное исполнение тематических наборов и моделей такого оборудования позволяет учащимся индивидуально собирать разнообразные учебные экспериментальные установки, проводить широкий круг наблюдений и исследований разной степени сложности.

Проведение ученического эксперимента по химии призван обеспечивать набор оборудования микролаборатория для химического эксперимента – далее

микролаборатория. Он является составной частью естественнонаучного комплекса учебного оборудования, построенного по единым подходам.

Микролаборатория позволяет осуществлять опыты с малыми количествами веществ. В химическом эксперименте с малым количеством вещества [3,4] используют оптимальное количество твердых веществ и концентрации растворов, обеспечивающие наглядность, доказательность и полную безопасность выполняемых опытов. Сам термин «малые количества веществ» – собирательный. Он объединяет (рассматривая количественные показатели) микрометод (в котором выделяют капельный метод), полумикрометод и, частично, полумакрометод [3]. Эксперимент с малым количеством веществ предполагает использование достаточно широкого спектра разнообразного малогабаритного лабораторного оборудования.

Принципы построения и методики применения малогабаритного набора учебного оборудования, предложены учителем химии А.А. Беликовым [3].

Усовершенствованные технические решения малогабаритного набора оборудования [5–8] с 2001 года используются в учебном процессе и с 2002 г. по настоящее время микролаборатория производится серийно и поставляется в образовательные учреждения РФ.

В высшей школе на занятиях по химии широко используется эксперимент, проводимый полумикрометодом. Следует считать прогрессивным внедрение этого метода в учебную практику, так как преимущества его значительны по сравнению с обычным – макрометодом: экономия реактивов, быстрота проведения опытов, простота их оформления, наглядность, портативность оборудования, безопасность и др.

Однако в практику работы средней школы полумикрометод внедряется еще медленно. Первым шагом в этом отношении явилась работа В.В. Левченко и М.А. Иванцовой [1]. Самая идея проведения опытов по химии с малыми количествами реактивов, высказанная авторами, хорошая. Тем не менее опыты с малыми количествами реактивов «не прижились» в школе, так как проводить их предлагали в изогнутых стеклянных трубках, неудобных для демонстрации.

Причем они быстро загрязнялись и выходили из строя. Хотя отдельные приемы полумикрометода, например опыты в прямых трубках, нагревание на стеклянных пластинках учителя используют и сейчас.

В последние годы описание полумикроопытов все чаще начинает появляться в методической литературе. В этом отношении большой интерес представляют статьи Ю.Г. Цитцера, Г.П. Хомченко и К.И. Севастьяновой[3].

Причина в том, что не всегда в полумикрометоде получается значительное количество веществ, чтобы учащиеся имели о них конкретные представления. Кроме того, многие из этих опытов проводят в маленьких пробирках и колбочках, которые трудно достать в школьных условиях. Следовательно, широкое распространение полумикрометода зависит главным образом от техники проведения полумикроопытов. Ее надо разработать так, чтобы опыты были наглядны, при этом использовались бы широко известные, всем доступные материалы и средства.

Уже много столетий химические опыты традиционно проводят в стеклянных пробирках, но можно обойтись без них, если использовать современные, всем доступные материалы. Для этого рекомендуется проделывать опыты в небольших ячейках (гнездах), сделанных в пластинах из различных синтетических материалов. В этом случае учащиеся, расходуя незначительное количество реактивов, хорошо видят получаемые вещества. Наглядность несколько не уменьшается, так как все химические процессы они наблюдают не через стекло, а непосредственно на поверхности ячеек, имеющих такой же диаметр, как и обычные пробирки.

Удобство такой пластины с ячейками заключается в том, что под нее можно положить белую или черную бумагу (экран), на фоне которой будут хорошо видны различно окрашенные вещества. Но эта пластина имеет и недостатки: она растворяется в уксусной кислоте, в ней нельзя долго держать концентрированную азотную кислоту, хотя кратковременные опыты с этой кислотой не разрушают органическое стекло.

Беспробирочный способ проведения химического эксперимента позволяет демонстрировать опыты безопасно и быстро, с небольшой затратой химических реактивов и материалов. Но это не означает, что опыты в пробирках проводить не следует. Эти два способа дополняют друг друга. В обычных пробирках лучше проводить опыты, когда требуется длительное нагревание веществ или значительное количество реактивов. Например, опыты с газами (когда их нужно собирать) или количественные опыты. Когда же достаточно использовать незначительное количество веществ или требуется небольшое нагревание, что часто бывает при решении экспериментальных качественных задач, то здесь предпочтительнее применять беспробирочный способ.

При беспробирочном способе проведения опытов возникает вопрос о соотношении демонстрационного или ученического эксперимента, который неоднократно поднимался в методической литературе. Конечно, в школьной практике используются демонстрационный и ученический эксперимент. Этого требует и программа по химии. У каждого из них свои цели и задачи. Необходимо добавить, что школьный химический эксперимент прежде всего должен быть безопасным, наглядным, преследовать воспитательные и познавательные цели. В связи с этим некоторые демонстрационные опыты, например по электролизу, можно перевести в ученические, причем они становятся более наглядными и убедительными. Нужно подумать и о том, чтобы сделать часть ученических опытов демонстрационными, например, по органической химии, связанные с выделением ядовитых веществ (нитрирование бензола и др.). В некоторых случаях необходимо повторить опыты в демонстрационной и лабораторной форме.

Каковы преимущества полумикрометода? Хотя эти вопросы обсуждались не один раз, снова сформулируем их (это должен знать каждый учитель химии).

1. Увеличивается производительность труда учителя и учащихся: за одно и то же время полумикрометодом можно выполнить примерно в 2 раза больше опытов, чем макрометодом.

2. Значительно экономятся реактивы (в среднем в 20 раз), а также газ, вода, электроэнергия и различные материалы.

3. Высвобождается площадь для работы, ибо примерно в 10 раз сокращается объем химической посуды, оборудование портативно, просто и дешево, часть его учащиеся смогут изготовить на внеклассных занятиях.

4. Вырабатываются навыки аккуратной, быстрой и более точной работы, точной дозировки веществ. В связи с этим обеспечивается чистота отдельного рабочего места и во всей лаборатории, учащиеся меньше утомляются.

5. Представляется возможность работы без вытяжного шкафа, обеспечивается независимость проведения опытов от газопровода и водопровода, что важно для сельских школ.

6. Учащимся прививаются навыки, которые могут найти применение при работе в производственных условиях, в заводских и агрохимических лабораториях, а также при изучении факультативных курсов – «Основы общей химии» (18) и «Основы химического анализа» (19). Тем самым становится возможным приближение процесса обучения в школе к практической работе производственных лабораторий и решение задач политехнического обучения.

7. Полумикрометод легко сочетается с программированным обучением. В этом случае у учащегося на столе должны компактно располагаться контролирующее устройство, ящик – штатив с необходимым набором реактивов и посуды.

8. Повышается интерес учеников к выполнению полумикроопытов, у них проявляется бережное отношение к малогабаритному оборудованию.

9. Удачно решаются вопросы техники безопасности при работе в химическом кабинете.

10. Переход на полумикрометод легко осуществим. При этом задача обучения не меняется. Не теряется и наглядность опытов. Требуется немного нового и недорогого оборудования, а именно: замена больших пробирок меньшими (на 4–6 мл); центрифуга (ручная или электрическая), склянки с пипетками штатив для них. При этом на занятиях по химии значительно шире применяется эксперимент, осуществляемый самими учащимися.

11. Работа с малыми количествами веществ отражает в учебном процессе современный этап развития химии. Широкое применение редких и рассеянных

элементов в технике, микроудобрений в сельском хозяйстве, влияние малых добавок на свойства веществ – все это говорит о необходимости обучения приемам работы с малыми количествами веществ.

12. Внедрение полумикрометода в обучение химии – это значительный резерв улучшения учебного процесса.

2. Обсуждение собственных экспериментальных данных

2.1. Разработка методических рекомендаций к практикуму по дисциплине «Химия»

Данное педагогическое исследование проводилось нами на базе КОХН ЕГФ им. К.Д. Ушинского в прошедшем (2010–2011 г.) и текущем учебном году (2011–2012 г.). Для своих исследований мы взяли специальностей химии, БЖ и географии бакалавры первых курсов, чтобы выявить эффективность предлагаемой нами методики по органической химии.

Все студенты окончили школы города Ярославля и проходили обучение по химии на базовом уровне.

В своей работе мы применяли лабораторию микроанализа на занятиях по органической химии в группах 311, 312, 314 по темам: «Спирты и фенолы»; «Бифункциональные карбоновые кислоты»; «Альдегиды»; «Алкины»; «Алкены»; «Карбоновые кислоты». Используя выборку лабораторных работ по органической химии из изученной нами литературы Г.М. Чернобельская, Л.П. Ватлина и М.В. Блюмина. Студентам были предложены наши разработанные методики. Кроме того, студенты принимали очень активное участие в доработках и недочетах наших методик. Опираясь на заинтересованность учащихся, мы обрабатывали дидактический материал, в ходе чего выяснили, что лаборатория Микроанализа наиболее эффективна в эксплуатации на занятиях по органической химии.

При составлении методики проведения лабораторных занятий по органической химии нами учитывались все преимущества использования лаборатории микроанализа.

Преимущества лаборатории Микроанализа более чем достаточно, но хотелось бы обратить особое внимание на положительные стороны, которые были нами отмечены в ходе исследования и полноценное ее применение в разрабатываемом нами малом практикуме.

«На рабочих столах должно быть чисто...» – именно эту фразу любой преподаватель говорить за занятие не меньше двух раз и хотелось бы уделить этому особое внимание. Ведь это очень сложно сделать особенно на занятиях по органической химии, так как использование некоторых реактивов в лучшем случае приводит к загрязнению рабочего места, но могут привести и к порчи верхней одежды. Такая проблема всегда существовала на данных занятиях и поэтому большинство экспериментов проводилось демонстрационно преподавателями, но как показали наши исследования благодаря использованию лаборатории Микроанализа эта проблема решается легко, так как все реактивы и оборудование компактно расположены в ящичках, которые занимают немного места (фото) и расположены так, чтобы учащиеся могли с легкостью увидеть и взять реактивы по первому же требованию преподавателя.

Так же имеется небольшой поддон, который легко вынимается и в нем можно безопасно проводить опыты.

Микролаборатория представляет собой компактный набор малогабаритных лабораторных приборов, посуды и разнообразных принадлежностей (состав приведен в таблице 1), из которых учащиеся собирают различные установки при проведении опытов по химии. Конструктивное исполнение микролаборатории позволяет проводить работы индивидуально или в парах.

В нижней части корпуса расположен выдвижной лоток, позволяющий защитить поверхность лабораторного стола в случае разлива раствора реактивов при проведении опыта. Лоток можно использовать отдельно от корпуса. В левой части микролаборатории расположен шестиярусный штатив с гнездами для установки флаконов с реактивами. Гнезда штатива располагаются поярусно в шахматном порядке и пронумерованы.

В правой части корпуса расположено основание-укладка, в котором размещают лабораторную посуду, принадлежности для опытов, узлы и детали. Форма ложементта такова, что каждому элементу оборудования отведено свое определенное место. Благодаря этому с оборудованием удобно работать ученику, а учителю легко контролировать его состояние и сохранность после проведения эксперимента.

На основании-укладке расположен встроенный штатив для размещения пяти пробирок, на левой стороне которого находится втулка для установки лабораторного штатива.

Одним из лабораторных приборов является малогабаритный лабораторный нагреватель пробирок. Нагреватель работает от сети переменного электрического тока напряжением 42 В. Конструктивное решение обеспечивает возможность установки и нагрева пробирок в нагревателе под любыми углами. Другим прибором нагревательным прибором является спиртовка лабораторная малая.

В составе набора представлена лабораторная посуда, мерная посуда, пробирки и флаконы для хранения реактивов. Флаконы для хранения растворов веществ снабжены микродозаторами полиэтиленовыми крышками-капельницами (54 шт.).

Для хранения гранул флаконы закрывают полиэтиленовыми пробками (7 шт.). Для хранения твердых кристаллических веществ (порошков) используют флаконы с пробками и вставленными в них стеклянными шпателями (15 шт.). Для хранения редко используемых или разлагающихся при длительном хранении веществ имеется двухъярусная кассета (на 18 гнезд). Одноярусная кассета (на 9 гнезд) используется в процессе решения экспериментальных задач.

Для проведения опытов используют разнообразные принадлежности. Одна группа ячеек планшетки включает двенадцать ячеек. Другая группа включает четыре ячейки, две из которых соединены каналом, а две другие – изолированы. Эти ячейки предназначены для проведения опытов с электрическим током. Такое конструктивное исполнение позволяет в течение одного урока проведение нескольких опытов.

Прозрачность органического стекла планшетки позволяет вместе с ней применять двусторонний черно-белый фоновый экран для наблюдений изменения окраски растворов и осадков в ходе опыта. При этом фоновый экран устанавливают под планшетку. В планшетке можно проводить реакции не только с растворами, но и с твердыми веществами. Для выполнения цветных реакций можно использовать фильтровальную бумагу.

В микролаборатории также имеются и другие принадлежности для опытов: выпарительная пластина, палочка стеклянная, предметное стекло, зажим пробирочный, пинцет, фильтры, спираль медная, петля нихромовая.

Комплект цветных этикеток включает 96 шт. самоклеящихся этикеток. На части этикеток (54 шт.) приведены формула и название вещества, а также порядковый номер реактива в наборе. Эти этикетки предназначены для веществ, устанавливаемых в шестиярусный штатив.

Возможны различные варианты использования микролаборатории, среди которых отметим следующие:

- постоянное размещение набора оборудования и реактивов на лабораторных столах учащихся;
- размещение набора оборудования и реактивов в лаборантском помещении и подача его (целиком) на лабораторные столы учащихся перед проведением лабораторных опытов и практических работ;
- размещение микролаборатории в лаборантском помещении и подача перед занятиями специально отобранного оборудования и реактивов для проведения лабораторных опытов и практических работ.

Немаловажным плюсом лаборатории Микроанализа является и то, что студенты почти не выходят из-за стола опыты проводятся сидя, что позволяет избежать каких – то не предвиденных опасных ситуаций и лишнего шума во время занятия, что отнимает немало времени, как у преподавателя, так и у учащихся.

Микролаборатория позволяет осуществлять опыты с малыми количествами веществ, что значительно понравилось учащимся и нам на проводимых нами

занятиях. Ведь в своей работе, предлагая разработанные методики работы проведения занятий, мы предлагаем минимальные затраты реактивов.

Учащиеся отметили, что при проведении эксперимента с использованием веществ в малых количествах, дает более эффективный результат, чем при больших затратах реактивов.

Применение микро- и полумикрометодов в химическом эксперименте сокращает время самого эксперимента, а также дает большую экономию реактивов, что является очень важным как для школ, так и для вузов.

Мы считаем, что наши студенты, в последующем приходящие в школы, должны быть заранее подготовлены к экономии реактивов, времени и обеспечению безопасности рабочих мест учащихся, что является залогом успешной и эффективной работы преподавателя (учителя), обеспечения высокого уровня знаний выпускников.

Индивидуальные наборы оборудования и реактивов позволяют учащимся увеличить долю ученического эксперимента, приобрести практические навыки, значительно повысить ответственность каждого обучающегося за использование реактивов и свое рабочее место, легче контролировать работу учащегося и расход реактивов, что является весьма важным в плане безопасности учебного процесса. Данная методика преподавания химии позволяет осуществлять химический эксперимент на самых разных этапах обучения, что не всегда бывает осуществима при других методиках.

Вес микролаборатории в собранном состоянии невелик. Это дает возможность ее переноса и установки на рабочие места учащихся непосредственно перед началом занятий, что обеспечивает безопасность в аудитории перед занятием и после его.

Аудитории в учебных заведениях не всегда приспособлены для проведения лабораторных работ по органической химии, что значительно затрудняет качественное проведение работ, снижает качество учебного процесса. Микролаборатория может решить эту весьма сложную проблему, с которой встречаются ведущие преподаватели при проведении демонстрационно-лабораторных занятий

в связи с отсутствием специализированных оборудованных аудиторий и недостатка аудиторного фонда в учебных заведениях.

Использование микролаборатории в учебном процессе позволит заинтересовать учащихся, приобрести практические навыки и может стать основой для последующей научно-исследовательской деятельности. При проведении предложенных нами опытов учащиеся развивают способность наблюдать и анализировать химические явления в ходе опытов, фиксировать результаты наблюдений и делать выводы.

Для внедрения в учебный процесс предлагаемой модифицированной нами методики преподавания органической химии с использованием лаборатории микроанализа необходимо ее апробация в более широких масштабах с последующим анализом полученных результатов. Сейчас появляются новая методика проведения занятий по органической химии и обучения студентов вскоре будет дистанционным, что данное обучение дает возможность студенту заранее ознакомиться с материалом и проверить свои знания самостоятельно до его появления на занятие и как неотъемлемая часть этой инновации это лаборатория микроанализа ведь только с помощью неё можно проводить те эксперименты которые не было возможности проводить ранее в малых количествах индивидуально каждому студенту. Преимущества предлагаемых нами методик в том что мы проводя эксперименты и предварительную выборку опытов выяснили, что можно проводить их в более меньших количествах, чем это предлагается в практикуме разработанным ранее и затраты времени следовательно сокращаются за счет этого нами было решено включить дополнительные демонстрационные опыты выполняемые, как преподавателем, так и студентами под руководством преподавателя.

Таблица 1

<i>Название проводимой методики</i>	<i>Количество предлагаемых лабораторных опытов</i>	<i>Количества, предлагаемые нами</i>
Спирты и фенолы	2	4
Монокарбоновые кислоты и их производные	3	7

Альдегиды	3	4
Алкины	1	2
Алкены	2	3
Производные карбоновых кислот	3	5
Азотсодержащие соединения	2	6

Также хотелось бы отметить и то, что уровень подготовки студентов не химических специальностей бакалавров гораздо ниже, чем у специальности химия бакалавров. Но вот заинтересованность студентов в проведение экспериментов была совершенно наоборот, студенты специальностей безопасности жизнедеятельности и географии были наиболее активны и их любопытству не было предела и с огромным интересом ожидали получения конечного результата любого из опыта, в отличие от группы обучающихся студентов на специальности химия. Учитывая данное замечания нами разрабатывали и различные виды входных и выходных контролей

3.1. Методические рекомендации к лабораторным работам по теме «Алкены»

Демонстрационный опыт. Получение этилена и изучение его свойств

Цель опытов: на примере этилена познакомить с одним из способов получения алкенов из спирта и изучить отношение этилена к бромной воде (реакция присоединения) и раствору перманганата калия (окислительно- восстановительная реакция), сравнить со свойствами алканов.

Оборудование и реактивы: лабораторный штатив с лапкой, демонстрационная пробирка, пробирка с газоотводной трубкой, хлоркальциевая трубка с натронной известью, пробирки, спиртовка, спички; смесь для получения этилена (этанол + серная кислота в объемном отношении 1:2), раствор перманганата калия, бромная вода.

Ход опыта

1. В сухую пробирку наливают 5 мл смеси для получения этилена. В смесь помещают несколько кипятыльников (кусочков битого фарфора, кварцевого песка и т. д.) – для обеспечения равномерности кипения реакционной смеси,

закрывают пробирку пробкой с газоотводной трубкой, укрепляют ее в штативе под небольшим углом. Газоотводную трубку соединяют с хлоркальциевой трубкой. Натронная известь в хлоркальциевой трубке должна быть в виде кусочков для свободного прохождения через нее газов. В штативе для пробирок заранее устанавливают две пробирки, одну – с 2 мл 2% раствора перманганата калия и 0,5 мл 10% раствора соды и вторую – с 2 мл бромной воды.

2. Пробирку со смесью для получения этилена осторожно нагревают, следя за тем, чтобы вспенивающаяся жидкость не перебрасывало в хлоркальциевую трубку. Выделяющийся этилен поочередно пропускают в пробирки с растворами, наблюдая за изменением их окраски. Затем поджигают этилен у конца газоотводной трубки. Он горит светящимся пламенем. Вносят в пламя фарфоровую крышку, наблюдают за осаждением сажи.

3. Кроме основной реакции – сернокислотной дегидратации этилового спирта, протекает несколько побочных реакций. Среди них наиболее важной является окислительно-восстановительная реакция, в которой окислителем является концентрированная серная кислота. При высоких температурах органические вещества разлагаются до оксида углерода (IV), углерода (сажи), воды. Кислота восстанавливается до оксида серы (IV), который так же, как и этилен, взаимодействует с бромной водой и с раствором перманганата калия. Это обстоятельство определяет необходимость очистки этилена от кислотных оксидов (SO_2 , CO_2) натронной известью.

Выводы:

Вопросы:

1. Приведите уравнение реакции получения этилена. Как изменяется окраска реакционной смеси при ее нагревании? Почему?

2. Рассмотрите механизм реакции взаимодействия этилена с бромной воды. Какую роль в этой реакции играет вода?

3. Напишите уравнение реакции окисления этилена водным раствором перманганата калия.

4. Напишите уравнение реакции горения этилена. Почему фарфоровой крышке образуется черное пятно?

5. Рассчитайте процентное содержания углерода и водорода в молекуле этилена.

6. Напишите уравнения реакций оксидов SO_2 и CO_2 с натронной известью.

Лабораторные работы по теме «Алкины»

Опыт №1. Получение ацетилена и его свойства

Оборудование и реактивы: прибор Кирюшкина, карбид кальция (кусочки), пробирки с реактивами: бромная вода, 1% раствором KMnO_4 , 10% раствором карбоната натрия.

Ход опыта

Опыт проводится в вытяжном шкафу. Все необходимые растворы должны быть подготовлены, так как ацетилен выделяется сразу же, как только вода попадает на поверхность карбида кальция.

Укрепляют прибор Кирюшкина в штативе, помещают в «контейнер» кусок карбида кальция размеров с зерно фасоли. Боковой тубус соединяют с газоотводной трубкой. Приливают в прибор через воронку не более 1 мл воды, газоотводную трубку поочередно опускают в пробирку с бромной водой и раствором перманганата калия. Как только замечают изменение окраски, газоотводную трубку переносят из одной пробирки с реактивом во вторую.

Выводы:

Вопросы:

1. Напишите уравнения реакций получения ацетилена из карбида кальция.
2. Что происходит при прохождении ацетилена через бромную воду? Каковы признаки этой реакции? Напишите уравнение реакции ацетилена с бромом.
3. Чем обусловлено изменение окраски раствора перманганата калия при пропускании через него ацетилена?
4. Как горит ацетилен, каков характер пламени его горения? Отличается ли пламя по светимости от пламени при горении этилена? Чем можно объяснить отличия? Напишите уравнение реакции горения ацетилена.

Демонстрационный опыт. Получение ацетилена и его свойства

Оборудование и реактивы: лабораторный штатив, пробирка с боковым тубусом, штатив с пробирками, резиновые трубки, фильтровальная бумага, спички, мерная пробирка, шпатель; 10% раствор карбоната натрия, 1% раствор нитрата серебра, 5% раствор аммиака, оксид ртути, концентрированная серная кислота.

Ход опыта

1. Ацетилен пропускают в пробирку с 2 мл аммиачного раствора оксида серебра (его предварительно готовят из нитрата серебра: в пробирку с 2 мл раствора нитрата серебра прибавляют по каплям раствор аммиака до полного растворения образующегося осадка оксида серебра) до образования темно – серого осадка. Работа с ацетиленидами металлов требует соблюдения правил техники безопасности. В сухом виде при слабом нагревании или при ударе они взрываются с большой силой, поэтому нельзя полностью высушивать ацетилениды. Особенно опасен в сухом виде ацетиленид серебра. Выпадает желтовато – серый осадок ацетиленида серебра (окраска обусловлена примесями). Осадок отфильтровывают (через складчатый фильтр или с помощью воронки Бюхнера или Шотта при понижении давления), промывают небольшим количеством воды, отжимают в фильтровальной бумаге, переносят на лист сухой фильтровальной бумаги. На штативе закрепляют кольцо, помещают асбестовую сетку и кружок фильтровальной бумаги с ацетиленидом серебра, подставляют снизу спиртовку и осторожно нагревают. Ацетиленид разлагается со взрывом. Остатки его уничтожают: помещают вместе с фильтрованной бумагой в стакан с водой и добавляют концентрированную соляную или азотную кислоту (1/4 – 1/5 от объема воды).

2. К боковому тубусу первого реактора присоединяют чистую стеклянную трубку с оттянутым концом для поджигания ацетилена. Газоотводную трубку поднимают вверх, укрепляют и поджигают выделяющийся ацетилен. Наблюдают яркое светящееся пламя и обильное выделение сажи, которое можно зафиксировать, поднеся к пламени фарфоровую крышку. При горении ацетилена развивается очень высокая температура, поэтому опыт не рекомендуется затягивать,

так как загасить пламя будет очень трудно: конец газоотводной трубки иногда нагревается до красного каления, а выделяющийся ацетилен самовозгорается, проходя через нагретую трубку. Чтобы погасить пламя, стеклянную трубку осторожно снимают и соединяют реактор со второй частью прибора. Горение ацетилена можно демонстрировать либо до, либо после завершения других опытов.

Выводы:

Вопросы:

3.2. Методические рекомендации к лабораторным работам по теме «Азотсодержащие»

*Свойства аминов: горение, взаимодействие с водой,
образование солей аминов*

Цель работы: изучить свойства алифатических(жирных) аминов, соединений, проявляющих основные свойства более сильные, чем аммиак.

Оборудование: пробирки, пробка с прямой газоотводной трубкой, стеклянные палочки, спиртовка, спички.

Реактивы: хлорид метиламмония, натронная известь, 3% раствор хлорида железа(III) (FeCl_3), 5% раствор сульфата меди (CuSO_4), 10% раствор нитрита натрия (NaNO_2), ледяная уксусная кислота.

Ход опыта

Вариант 1.

Опыт №1. Получение амина, изучение отношения раствора амина к индикатору, взаимодействие с хлороводородом

В сухую пробирку помещают 0,5 г хлорида метиламмония и 1 г натронной извести, встряхиванием тщательно перемешивают смесь. Пробирку быстро закрывают пробкой с прямой газоотводной трубкой, не сильно нагревают реакционную смесь над пламенем спиртовки. К отверстию газоотводной трубки подносят влажную красную лакмусовую бумажку, наблюдают изменение окраски. К отверстию пробирки, из которой выделяется газообразный метиламин, подносят стеклянную палочку, смоченную концентрированной соляной кислотой.

Палочка окутывается туманом. Выделяющийся метиламин поджигают у конца газоотводной трубки. Далее попускают газ в пробирку с водой.

Опыт №2. Изучение отношения раствора амина к растворам солей

В две пробирки наливают по 1–2 мл: в одну- 3% раствор хлорида железа(III), а в другую – 5% раствор сульфата меди(II). В каждую пробирку добавляют по каплям раствор метиламина до наблюдения изменений окраски раствора. Занесите свои наблюдения в таблицу.

1. В пробирке растворяют в 1 мл воды 0,2 г хлорида метиламмония, затем приливают 1 мл 10% раствора нитрита натрия. При добавлении к реакционной смеси нескольких капель ледяной уксусной кислоты выделяются азот в виде мелких пузырьков.

Вариант 2

2. В сухую пробирку помещают 0,5 г хлорида метиламмония и 1 г натронной извести, встряхиванием тщательно перемешивают смесь. Пробирку быстро закрывают пробкой с прямой газоотводной трубкой, опущенной в пробирку с 2–3 мл воды. Несильно нагревают реакционную смесь над пламенем спиртовки. После поглощения всего объема выделяющегося газа, трубку вынимают из пробирки следя за тем, чтобы не было засасывания раствора.

3. Ставят планшетку на белый экран и по 2–3 капли раствора амина опускают в ячейки планшетки. Далее в одну ячейку добавляют каплю фенолфталеина, в другую – каплю раствора хлорида железа (III), а в третью -5% раствор сульфата меди (II).

Примечание: добавление реактивов производят по каплям до наблюдения изменений цвета растворов. В таблице укажите количества использованных растворов (в каплях или мл). Сравните разные способы проведения опытов, отметьте их достоинства и недостатки.

Выводы:

Вопросы:

1. Напишите уравнение реакций: 1) образование метиламина из хлорида метиламмония и гидроксида натрия 2) горения метиламина 3) взаимодействия метиламина с водой. Укажите признаки реакций.

2. Какое из растворов: аммиака или метил амина проявляет более сильные основные свойства? Почему?

3. Как изменяются основные свойства от метиламина к ди- и триметиламину? Дайте пояснения.

4. Напишите уравнения реакций исследуемых аминов с FeCl_3 в ионном виде. Укажите признаки реакций.

5. Напишите уравнение реакции метиламина с азотистой кислотой. Укажите признаки реакций.

Образование солей ароматических аминов

Цель работы: изучить свойства ароматических аминов: основные свойства ароматических аминов на примере анилина и дифениламина: реакции аминогруппы и ароматического ядра.

Оборудование: пробирки, пипетка, планшетка с экраном.

Реактивы: анилин, дифениламин, спирт этиловый, 10% раствор гидроксида натрия, 10% раствор серной кислоты, концентрированная соляная кислота, индикаторы (красная лакмусовая бумажка, фенолфталеин).

Опыт №1. Изучение растворимости анилина в воде, основности (отношение к индикаторам, конц. HCl , разб. серной кислоте)

Ход опыта

1. в пробирку помещают 5 капель анилина (свежеперегнанного), добавляют 2 мл воды и сильно встряхивают ее. Происходит ли растворение анилина? Образовавшуюся эмульсию делят на две части. Испытывают водную часть на отношение к индикаторам. Сравните отношение к индикаторам растворов алифатических аминов. К одной части эмульсии добавляют по каплям концентрированную HCl , а в другую – разбавленную H_2SO_4 . Сравните процессы, происходящие в пробирках. Как можно объяснить образование осадка в одном случае и

однородной жидкости – в другом случае? В обе пробирки добавляют по каплям раствор NaOH до расслоения жидкости. Почему происходит расслоение?

Опыт №2. Изучение растворимости дифениламина, получение соли дифениламина, изучение гидролиза соли

1. В 2 мл этилового спирта растворяют 0,1 г дифениламина. К полученному раствору добавляют воду до появления белой мути. При добавлении по каплям концентрированной соляной кислоты образуется прозрачный раствор. При добавлении воды вновь происходит выделение белой мути. Объясните наблюдения.

2. Планшетный вариант.

Каплю раствора дифениламина помещают в ячейку планшетки, добавляют 1 каплю воды. Что наблюдаете? К полученному мутному раствору добавляют 1 каплю разбавленной соляной кислоты. Что происходит? К полученному прозрачному раствору добавляют 1 – 2 капли воды. Что наблюдаете? Объясните наблюдения, сделайте вывод.

Выводы:

Вопросы

1. Почему анилин плохо растворяется в воде?

2. Изменяется ли окраска индикаторов в случае анилина? Почему?

3. Что наблюдается при добавлении к эмульсии анилина: а) концентрированной соляной кислоты; б) разбавленной серной кислоты? Приведите уравнения реакций.

4. Сравните основные свойства анилина и дифениламина на основании сравнения строения этих аминов. Какой из аминов является более сильным основанием?

Опыт №3. Взаимодействие анилина с бромной водой

Цель работы: обнаружение особых свойств ароматического ядра анилина – способность вступать в реакцию с бромной водой.

Оборудование: пробирка, спиртовка, спички.

Реактивы: анилин, бромная вода.

Ход опыта

1. В склянку с анилином погружают конец стеклянной палочки, которые затем промывают в пробирке с 1 мл воды. К образовавшейся эмульсии анилина в воде добавляют по каплям бромную воду. Что наблюдают при постепенном при-
капывании бромной воды? Какие изменения Вы наблюдали? Дайте объяснения. Приведите уравнение реакции постепенного бромирования анилина.

Выводы:

Вопросы:

Приложение 1

Контрольно-измерительные материалы входного контроля

1. Изомерами являются:

- 1) бензол и толуол;
- 2) пропанол и пропановая кислота;
- 3) этанол и диметиловый эфир;
- 4) этанол и фенол.

2. Продуктом реакции пропена с хлором является:

- 1) 1,2 – дихлорпропен;
- 2) 2 – хлорпропен;
- 3) 2 – хлорпропан;
- 4) 1,2 – дихлорпропан.

3. С 2-аминопропановой кислотой реагируют:

- 1) этан;
- 2) сульфат натрия;
- 3) пропанол – 1;
- 4) толуол;
- 5) гидроксид бария;
- 6) бромоводород.

4. Химическая реакция возможна между:

- 1) NaOH и Ba(NO₃)₂;
- 2) FeCl₂ и MgSO₄;

3) HCl и KNO_3 ;

4) Na_2SO_4 и $\text{Ba}(\text{OH})_2$.

5. Бутен-1 является структурным изомером:

1) бутана;

2) циклобутана;

3) бутина;

4) бутадиена.

6. В соответствии с правилом Марковникова присоединение «бромоводорода 2-метилпропену» приводит к образованию:

1) 2-метил-1-бромпропена;

2) 2-метил-2-бромпропана;

3) 2-метил-2-бромпропана;

4) 2-метил-2-бромпропена.

7. С этином могут взаимодействовать:

1) йодоводород;

2) метан;

3) вода;

4) этилацетат;

5) натрий;

6) азот.

8. Бутанол-1 образуется в результате взаимодействия:

1) бутана и гидроксида натрия;

2) бутена-1 с водородом;

3) хлорбутана с гидроксидом меди (II);

4) бутанала с водородом.

9. Сколько изомеров имеет углеводород бутан? (Приведите их примеры).

10. Напишите основные положения теории А. М. Бутлерова.

Приложение 2

Контрольно-измерительные материалы выходного контроля

1. Что не относится к органическим соединениям:

1) CH_3COONa ;

2) CH_3NHCH_3 ;

3) $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$;

4) CH_3CN ;

5) Na_2CO_3 .

2. Критерий деления веществ на органические и неорганические – это:

1) происхождение вещества;

2) элементный состав соединения;

3) способ получения;

4) способность к горению;

5) способность к диссоциации;

6) молекулярная масса;

7) температуры кипения и плавления.

3. Изомерами называют:

1) вещества, имеющие сходное строение и сходные химические свойства, но разный количественный состав;

2) вещества, имеющие одинаковый качественный состав, но различные свойства;

3) вещества, имеющие одинаковый качественный и количественный состав, но различное строение молекул;

4) вещества, молекулы которых содержат одинаковое количество атомов углерода, но разное количество атомов других элементов.

4. К спиртам относятся:

1) $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$;

2) CH_3CHO ;

3) CH_3COOH ;

4) CH_3NO_2 .

5. Состав алканов отражает общая формула:

1) C_nH_{2n} ;

2) $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$;

3) C_nH_{2n-2} ;

4) C_nH_{2n-6}

6. К гомологическому ряду метана относятся:

1) C_2H_4 ;

2) C_3H_8 ;

3) C_5H_{10} ;

4) C_6H_{12} ;

5) C_7H_{14} .

7. Число изомеров, соответствующих веществу с формулой C_4H_8 :

1) изомеров нет;

2) два;

3) три;

4) четыре.

8. Соединение $CH_3-CH(OH)-CH_2-CH_3$ относится к классу:

1) спиртов;

2) фенолов;

3) карбоновых кислот;

4) алкинов.

9. Укажите число первичных спиртов в ряду: CH_3CH_2OH ; $C_2H_5CH(CH_3)CH_2OH$; $(CH_3)_3CCH_2OH$; $(CH_3)_3COH$; $CH_3CH(OH)C_2H_5$; CH_3OH

1) один;

2) два;

3) четыре;

4) пять.

10. Функциональную группу – $COOH$ содержат молекулы:

1) сложных эфиров;

2) простых эфиров;

3) спиртов;

4) альдегидов;

5) кетонов;

6) карбоновых кислот.

Приложение 3

Контрольно-измерительные материалы выходного контроля

1. Органическая химия – _____

2. Для алканов возможна

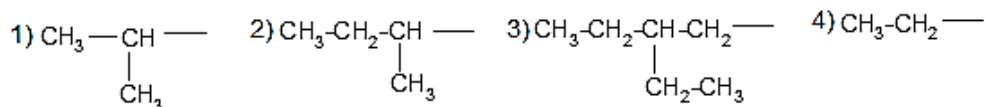
- только структурная изомерия;
- *цис-транс*-изомерия;
- конформационная изомерия;
- оптическая изомерия.

Ответом служит число, составленное из номеров правильных ответов (в порядке увеличения чисел).

3. Укажите: 1) гомологи; 2) изомеры; 3) одно и та же структура.

– Ответ: гомологи _____; изомеры _____;

– одна и та же структура _____ (указать номера).



4. Назовите радикалы:

5. Приведите структурную формулу:

- тетраметилметана;
- 2-метибутена-1;
- изобутана;
- пропана.

6. Первый учебник органической химии был написан:

- Бутлеровым;
- Менделеевым;
- Марковниковым;
- Зайцевым.

7. На 4-х валентность атома «С» указал _____

8. Вант-Гофф объяснил _____ изомерию.

9. Доклад «О строении органических соединений» Бутлеров прочитал в:
- Казани;
 - Москве;
 - Карлсруэ;
 - Шпейере.

10. Первое определение органической химии дал _____

Список литературы

1. Левченко В.В. Опыты по химии с малыми количествами реактивов / В.В. Левченко, М.А. Иваноцова. – М.: Учпедгиз, 1947.
2. Хомченко Г.П. Применение полумикрометода на практических занятиях по химии // Химия в школе. – 1958. – №3.
3. Хомченко Г.П. Практические работы по неорганической химии с применением полумикрометода / Г.П. Хомченко, К.И. Севастьянова. – М.: Просвещение, 1976.
4. Генкова Л. Об эффективности полумикрометода при проведении учебного эксперимента по органической химии // Проблемы методики проведения химии в средней школе. – М.: Педагогика, 1973.
5. Крешков А.П. Основы аналитической химии. – М.: Химия, 1976. – Т. I.
6. Дерябина Н.Е. Деятельностный подход к обучению: составление уравнений ОВР с участием органических соединений // Химия в школе. – 2011. – №5.
7. Беспалов П.И. Применение аналогий в химическом эксперименте по органической химии // Химия в школе. – 2011. – №3.
8. Амирова А.Х. Формирование умений проводить химический эксперимент // Химия в школе. – 2009. – №7.
9. Беспробирочный способ проведения некоторых химических опытов // Химия в школе. – 1975. – №3; №5.
10. Набор реактивов для химического кабинета // Химия в Школе. – 1978. – №6.
11. Малые количества веществ в лабораторных опытах // Химия в Школе. – 1981. – №3.

12. Габриелян О.С. Химия 11 класс (базовый уровень). – Дрофа, 2008.
13. Габриелян О.С. Химия 10 класс (базовый уровень). – Дрофа, 2008.
14. Чернобельская Г.М. Основы методики обучения химии. – М., 1987.
15. Пальм В.А. Введение в теоретическую органическую химию. – М., 1974.
16. Цветков Л.А. Органическая химия. 10 класс. – М., 1989.
17. Цветков Л.А. Органическая химия. 10 класс. – М., 1983.
18. Цветков Л.А. Органическая химия. 10 класс. – М., 1979.
19. Хомченко Г.П. Пособие по химии для поступающих в вузы. – М., 2004.
20. Чернобельская Г.М. Практические занятия и экспериментальные задачи по химии для ПТУ. – М., 1989.
21. Министерство просвещения РСФСР: Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ по химии. – Ярославль, 1986.