

Sargsyan Zh.V.,
Yerevan State University

Experimental task's solving as an effective way of teaching chemistry

Abstract: Improving the quality of education is the main issue of education. Laboratory works are the main components in teaching chemistry as a subject and are assigned in school curriculum and syllabus. One of the objectives of enhancing the quality of chemistry education is the formation and development of experimental skills of students, which can be achieved by starting with simple laboratory work and complete with the solution of experimental tasks of different content. This article describes the possibilities of monitoring the quality and quantitative determination of known drug - aspirin, based on which is proposed a solution of experimental tasks of aspirin.

Keywords: experimental task, combination (synthesis), verification of authenticity, quantitative analysis, experimental yield of reaction.

Решение экспериментальных задач как способ повышения эффективности обучения химии

Саркисян Ж.В.,
факультет фармации и химии ЕГУ

Аннотация: Повышение качества обучения является главной задачей образования. Лабораторные работы по химии, представленные в учебных программах и тематических планах, являются основной составляющей при обучении этого предмета. Одной из задач повышения качества химического образования, это формирование и развитие экспериментальных навыков учащихся, чего можно достигнуть начиная с простейших лабораторных работ и завершая решением экспериментальных задач разного содержания. В данной статье рассмотрены возможности контроля качества и количественного

определения известного лекарственного препарата аспирина, на основе чего и предлагается решение экспериментальных задач по аспирину.

Ключевые слова: экспериментальная задача, синтез, утверждение подлинности, количественный анализ, экспериментальная задача, количественный выход реакции.

Экспериментальные работы в химическом образовании имеют большое значение, поскольку при исполнении этих работ учащиеся приобретают умения и навыки выполнения экспериментальных работ, они учатся ставить и наблюдать эксперимент, описывать и объяснять наблюдаемые явления, обращать внимание на свойства исходных веществ и продуктов реакций, записывать и объяснять происходящие изменения, начиная с внешнего вида, цвета, агрегатного состояния веществ, до сопоставления их важнейших химических и физикохимических свойств [1].

При выполнении этих работ учащиеся учатся делать выводы об особенностях протекания химических реакций, определять тип реакций, классифицировать их, анализировать изменения которым подвергаются исходные вещества и, создавать условия для протекания реакций (нагревание, применение катализаторов и т.д.), и естественно предвидеть возможности применения этих реакций в разных отраслях жизни. Такие занятия позволяют учащимся ознакомиться с применяемыми в лабораториях приборами, оборудованием, лабораторной посудой и приобрести навыки работы с ними. Очевидно, что лабораторные работы предназначенные для проведения в различных возрастных группах должны отличаться как по объему, так и по сложности. Кроме сугубо лабораторных работ в процессе преподавания химии важную роль играют также экспериментальные задачи. Решение таких задач тоже является одной из форм обучения химии и позволяет глубже воспринимать рассматриваемый материал, формирует определенные навыки использования полученных знаний в практике и в жизни.

Решение экспериментальных задач обычно проводится после экспериментальных работ, или сочетается с ними, требуя мастерства и максимального концентрования при выполнении. Экспериментальная работа из чисто описательного наблюдения превращается в решение задачи, которая выполняется непосредственно самими учениками. Работа сопровождается

определением конкретных количественных характеристик (масс реагирующих веществ и объемов газообразных веществ, массового выхода протекающей реакции и т.д.). Такая работа, как правило, требует анализа результатов эксперимента, выполнения необходимых вычислений, и умения по полученным результатам делать соответствующие заключения и выводы. Имея опыт решения математических задач, учащиеся быстро осваивают умение анализировать и решать экспериментальные задачи по результатам своих же опытов, вдохновляются результатами проделанных экспериментов и стремятся получать хорошие результаты. Естественно, при выборе подходящей экспериментальной задачи необходимо учитывать некоторые особенности проведения эксперимента в школьной лаборатории [1,2]. Как известно, решение любой задачи это средство для развития химического мышления и одна из лучших возможностей для сочетания теоретических знаний и практических умений. Тем не менее будучи одной из форм обучения учеников по применению полученных теоретических знаний и навыков в практике, решение экспериментальных задач обеспечивает высокий уровень развивающего обучения, раскрывает творческие способности учащихся, формирует интерес к познанию природы, способствует более глубокому восприятию знаний и таким образом обеспечивает стабильное знание учебного материала. Для успешного решения экспериментальных задач учащиеся в первую очередь должны владеть навыками проведения химического эксперимента. Но с другой стороны, выполнение именно таких задач способствует формированию и совершенствованию экспериментальных умений и навыков. В ходе таких работ ученики, студенты приобретают такие личностные качества, какими являются: целеустремленность, стремление к достижению поставленной цели, необходимое для проведения химических экспериментов внимания, учиться экономно использовать химические реагенты, аккуратно и осторожно использовать лабораторную посуду и оборудование [2,3].

Экспериментальные работы включены в учебные программы обучения химии и предназначены для всех классов как основной, так и старшей школы. Без особых затруднений экспериментальные задачи можно решать в классах химико-биологического уклона. В этом случае, часы, выделенные по учебному плану достаточны для выполнения и завершения этих работ. Так, в 12-ых классах можно ставить интересные экспериментальные задачи при обучении

темы "Химия и здоровье". Учитывая, что большинство учеников из классов химикобиологического потока в дальнейшем выбирают профессию врача или фармацевта, можно проинформировать их о Государственной Фармакопее, фармакопейных статьях, о мерах и важности контроля чистоты и подлинности лекарственных препаратов. При рассмотрении токсического влияния наркотиков и ядов можно обратить внимание учащихся на усилия всемирного сообщества в борьбе против наркомании, информировать об успехах развития фармации и важности поиска новых лекарственных препаратов, подчеркнув необходимость и важную роль контроля качества лекарственных средств и медикаментов. Для проведения экспериментальных работ и решения экспериментальных задач необходимо выбирать препараты, свойства которых ученикам уже известны. Такие экспериментальные работы с последующим решением соответствующих задач можно поставить на примере аскорбиновой кислоты (витамина С), ацетилсалициловой кислоты (аспирина), формальдегида, перекиси водорода, перманганату калия и т.д.

Рассмотрим ход решения экспериментальной задачи на примере ацетилсалициловой кислоты. В работе могут быть использованы имеющиеся в аптеках таблетки ацетилсалициловой кислоты (аспирина). Эта задача легко осуществима в школьной лаборатории: выполнение не требует сложной аппаратуры, и дорогостоящих реактивов, работа не продолжительна по времени и по объему.

На первом этапе работы необходимо прежде всего при помощи специфических, качественных реакций подтвердить подлинность препарата. При этом также появляется возможность сочетания индивидуальной и групповой форм работ, что создает условия для контроля усвоения рассмотренной темы каждым учащимся.

2. Реагенты и аппаратура

Таблетки ацетилсалициловой кислоты, дистиллированная вода, промывалки, химические стаканы (50-100 мл), пробирки, воронки, фильтровальная бумага, фарфоровая чашка, коническая колба, лабораторные весы, часовое стекло, стеклянные палочки, нейтрализованный по фенолфталеину и охлажденный до 8-10° С этиловый спирт, формальдегид, концентрированная серная кислота, гидроксид натрия, хлорид железа (III).

3. Экспериментальная часть

3.1. Взвешивание применяемых реагентов и приготовление растворов.

1. На лабораторных весах взвешивают предварительно промытое и высушенное часовое стекло.

2. На часовом стекле взвешивают 0,5 г и 0,2 г навесок порошка измельченных таблеток препарата.

3. 0,5 г порошка измельченных таблеток осторожно помещаем в небольшой (емкостью 50-100 мл) химический стакан, а 0,2 г порошка этих же таблеток в фарфоровую чашку и проводим реакции на проверку подлинности препарата.

4. Заранее к этиловому спирту, предназначенному для растворения ацетилсалициловой кислоты, добавляют 5-6 капель фенолфталеина, нейтрализуют гидроксидом натрия и охлаждают до 8-10 ° С.

3.2. Подтверждение подлинности ацетилсалициловой кислоты [4, 5]

Подлинность препарата можно подтвердить разными способами.

- 0,2-0,3 г навески порошка измельченных таблеток растворяют в небольшом количестве (4-5 мл) воды и добавляют несколько капель раствора $FeCl_3$, (образование характерной для фенолов фиолетовой окраски не должно происходить).

- 0,5 г навески порошка измельченных таблеток 3 мин кипятят с 5 мл раствора едкого натра, затем охлаждают и подкисляют разведенной серной кислотой; выделяется белый кристаллический осадок. Раствор сливают в другую пробирку, и добавляют к нему 2 мл спирта и 2 мл концентрированной серной кислоты: чувствуется запах уксусноэтилового эфира. К осадку добавляют 1-2 капли раствора $FeCl_3$; появляется фиолетовое окрашивание.

- 0,2 г препарата помещают в фарфоровую чашку, добавляют 0,5 мл концентрированной серной кислоты, перемешивают и добавляют 1-2 капли воды; ощущается характерный запах уксусной кислоты. Затем добавляют 1-2 капли формалина; появляется розовое окрашивание. При испытании качества лекарственных препаратов ацетилсалициловой кислоты необходимо контролировать наличие сульфатов и хлоридов также, для которых установлены допустимые пределы (не более 0,004 % для хлоридов и не более чем 0,02 % сульфатов) [4]. Таким образом, в испытуемых образцах аспирина можно

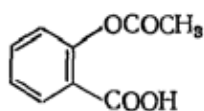
контролировать присутствие этих ионов также. Эта часть работы также может быть легко реализована в школьных лабораториях. Эти испытания проводят следующим образом:

- 1,5 г навески препарата взбалтывают с 30 мл воды и фильтруют. 10 мл этого фильтрата должны выдержать испытание на хлориды, т.е. под действием раствора нитрата серебра белый осадок не должен образовываться.

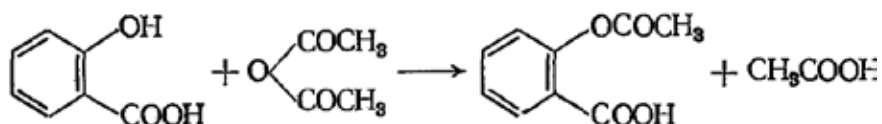
- в 10 мл образца этого же фильтрата проверяют наличие сульфат-ионов: он должен выдержать испытание на сульфаты, то есть при добавлении раствора хлорида бария в этом случае также белый осадок не должен образовываться, и раствор не должен мутнеть.

Обоснование

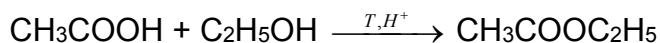
Как известно, и, как видно из формулы ацетилсалициловой кислоты,



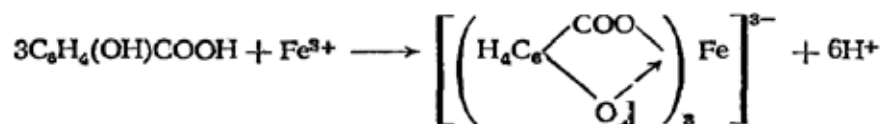
это сложный эфир, вернее это салициловый эфир уксусной кислоты. С уксусной кислотой учащиеся уже знакомы и представляют ее свойства. Салициловая кислота это фенолокислота, в котором по соседству, то есть, в бензольном кольце, в орто-положении по отношению друг к другу, расположены гидроксилная-OH, и карбоксильная-COOH группы. Аспирин получают при взаимодействии салициловой кислоты с ангидридом уксусной кислоты. Из ее формулы и по уравнению реакции образования



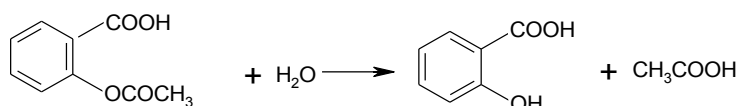
этого соединения, следует, что в реакции эстерификации участвует фенольная OH-группа салициловой кислоты, и по этому при добавлении к водному раствору препарата раствора FeCl_3 , характерной для фенолов фиолетовой окраски не возникает. Будучи сложным эфиром, при кипячении со щелочью ацетилсалициловая кислота подвергается гидролизу и при дальнейшем подкислении полученного раствора, салициловая кислота выделяется из раствора в виде белого осадка, а уксусная кислота остается в растворе. Полученный раствор отфильтровывают, или просто переносят в другую пробирку, добавляют 2 мл этилового спирта и 2 мл концентрированной H_2SO_4 : ощущается характерный запах уксусноэтилового эфира.



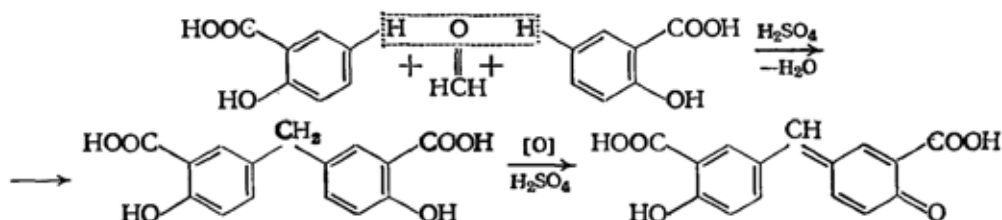
К находящемуся в другой пробирке осадку добавляют 1-2 капли раствора FeCl_3 : появляется исчезающий под действием минеральных кислот фиолетовое окрашивание. Это характерная качественная реакция обнаружения фенолов.



Под действием концентрированной серной кислоты ацетилсалициловая кислота подвергается гидролизу в результате чего образуются салициловая и уксусная кислоты, и поэтому сразу чувствуется характерный запах уксусной кислоты.

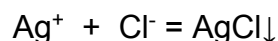


К полученному раствору прибавляют 1-2 капли формальдегида; появляется розовое окрашивание. Эта реакция характерна для фенолокислот и используется для их обнаружения.

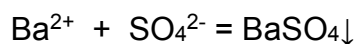


Приведенное выше уравнение реакции легко представляют старшеклассники, особенно учащиеся классов с химико биологическим уклоном, олимпийских кружков, поскольку исходя из свойств фенола и формальдегида им известны реакции образования фенолформальдегидных смол, бакелитов и другие реакция конденсации. На второй стадии проведения реакции, соединение образовавшееся в результате конденсации салициловой кислоты и формальдегида окисляется концентрированной серной кислотой, вследствие чего одно из бензольных колец превращается в хиноидное звено, что и определяет цвет полученного соединения.

В лекарственных препаратах присутствие хлорид-ионов контролируется характерной реакцией образования белого осадка хлорида серебра.



В маленьком объеме (10 мл) подготовленного фильтрата проверяют наличие сульфат-ионов: он должен выдерживать испытание на сульфаты, то есть при добавлении раствора хлорида бария в этом случае также, обусловленный взаимодействием Ba^{2+} и SO_4^{2-} ионов белый осадок не должен образовываться, и раствор не должен помутнеть.



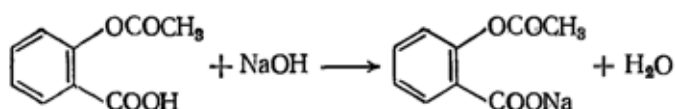
После проверки качества препарата необходимо решать экспериментальные задачи. Например:

Задача 1. В таблетке аспирина определить массу и массовую долю (%) ацетилсалициловой кислоты.

Методические указания для учащихся

1. Теоретическая часть

Строением молекулы ацетилсалициловой кислоты обусловлен выбор реакций используемых для качественной идентификации (они используются для установления подлинности аспирина) и количественного определения препарата. Фенольная OH-группа в салициловой кислоте обладает слабо выраженными кислотными свойствами. Отсюда можно предположить, что ацетилированный за счет фенольной OH-группы продукт салициловой кислоты в водных растворах должен легко подвергаться гидролизу с образованием уксусной и салициловой кислот. Именно этим объясняется то, что при долгом хранении аспирина, особенно во влажном воздухе, чувствуется запах уксусной кислоты. Из-за наличия свободной карбоксильной группы аспирин проявляет кислотные свойства и имеет кислый вкус. Существуют различные способы определения количества ацетилсалициловой кислоты в лекарственных препаратах аспирина. Однако, для проведения в школьной лаборатории, наиболее удобным является титрование ацетилсалициловой кислоты щелочью в спиртовом растворе, нейтрализацией свободной карбоксильной группы, по следующему уравнению реакции:



В таблетках аспирина количество ацетилсалициловой кислоты определяют следующим образом:

Методика определения. Примерно 0,5 г точной навески порошка измельченных таблеток около 10 мин встряхивают с 10 мл предварительно нейтрализованного по фенолфталеину (5-6 капель) и охлажденного до 8-10°C спирта и растворяют его. В присутствии этого же индикатора полученный раствор титруют 0,1 N раствором гидроксида натрия до слабо розового окрашивания. 1 мл 0,1 N раствора гидроксида натрия соответствует 0,01802 г $C_9H_8O_4$, которой в препарате должно быть 0,238–0,262 г или 0,475 – 0,525 г соответственно, считая на средний вес одной таблетки [4].

Теперь предположим, что на титрование спиртового раствора полученного при растворении 0,32 г навески образца порошка таблеток аспирина вышеупомянутым способом, израсходовалось 17,2 мл 0,1N раствора гидроксида натрия. Определение количества ацетилсалициловой кислоты в исследуемом образце проводится следующим образом: сначала выясним какая масса ацетилсалициловой кислоты содержится в 0,32 г навески следующим образом: составим соотношение:

Если 1 мл 0,1 N раствора NaOH соответствует --- 0,01802 г $C_9H_8O_4$, то 17,2 мл 0,1 N NaOH раствора соответствует ----- x г $C_9H_8O_4$, отсюда $x = 17,2 \cdot 0,01802 = 0,3099$ г $C_9H_8O_4$. Т.е. в 0,32 г образца порошка таблеток аспирина содержится 0,3099 г ацетил салициловой кислоты, следовательно, в 0,5 граммах это будет m (ацетилсалициловой кислоты) = $\frac{0,5 \cdot 0,3099}{0,32} = 0,484$ г:

Полученные данные свидетельствуют о том, что содержание ацетилсалициловой кислоты в исследуемом образце препарата находится в пределах нормы, поскольку по соответствующей инструкции содержание $C_9H_8O_4$ в таблетке с массой 0,5 г должно быть 0,475 – 0,525 г считая на средний вес одной таблетки [4].

Задача 2. При помощи одного из известных методов [6] получить ацетилсалициловую кислоту и определить массовый выход продукта реакции (%).

Список литературы:

1. А.Н. Левшук. Химия в школе, 2, 2013, – с. 63-65.

2. Zh.V. Sargsyan, X. Вестник Армянского государственного педагогического университета № 2 (19), 2013, p. 77-84.
3. Sargsyan Zh., Lombadze I. Simonyan S., Sahakyan L. Georgia Chemical Journal 15,1, 2015, p. 146-150.
4. Государственная Фармакопея СССР, 10, 1968, - с. 41, Государственная Фармакопея РФ, т. 13, 2015.
5. Мелентьева Г.А. Фармацевтическая химия, т. 1, М., "Медицина", 1976, – с. 286.
6. И.Э. Нифантьев, П.В. Ивченко. Практикум по органической химии, М. 2006, – с. 60.