

Лабораторный практикум по методике преподавания химии: практико-ориентированный подход

*В. Э. Огородник, старший преподаватель кафедры химии
Белорусского государственного педагогического университета имени Максима Танка;
Е. Я. Аршанский, профессор кафедры химии
Витебского государственного университета имени П. М. Машерова, профессор,
доктор педагогических наук*

Продолжение. Начало в журналах «Хімія: праблемы выкладання» № 1–12 за 2012 г.,
«Біялогія і хімія» в № 1, 2 за 2013 г.

Занятие № 15

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ.

ИНТЕГРАТИВНЫЙ ПОДХОД К ОБУЧЕНИЮ ХИМИИ

Цель занятия: выявить особенности изучения азотсодержащих органических веществ на основе теории химического строения органических соединений, познакомиться с теорией и практикой реализации интегративного подхода к обучению химии.

СТРУКТУРА ЗАНЯТИЯ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

I. Интегративный подход к обучению химии.

1.1. Вопросы для обсуждения.

1. Интегративный подход и методологическое обоснование его использования при обучении химии.

2. Вертикальная и горизонтальная интеграции содержания школьного курса химии. Ступени и результаты интеграций.

3. Внутри- и межпредметные связи в содержании школьного курса химии.

4. Классификация межпредметных связей и методика их реализации при обучении химии.

5. Методические особенности реализации интегративного подхода при обучении химии в лицейских и гимназических классах разных направлений.

1.2. Тестовые задания для самоконтроля «Интегративный подход к обучению химии».

1. Наиболее полно идея интегративности в содержании школьного курса химии реализуется через:

1) раскрытие межпредметных связей химии с другими учебными предметами;

2) приобщение учащихся к проблемам охраны природы, воспитание экологической культуры;

3) раскрытие экономической стороны практического использования достижений химии;

4) нет правильного ответа.

2. Преимущество между отдельными разделами и блоками содержания учебного предмета «Химия» обеспечивается через интеграцию:

1) вертикальную;

2) горизонтальную;

3) диагональную;

4) радиальную.

3. Укажите все правильные утверждения. Результатом(-ами) интеграции химии с другими учебными предметами выступает(-ют):
а) новое знание, б) новое обобщённое умение, в) новые ценностные ориентации.

1) а;

2) а, б;

3) б, в;

4) а, б, в.

4. Межпредметные связи на основе содержания знаний относят к типу:

- 1) операционно-деятельностных;
- 2) организационно-методических;
- 3) содержательно-информационных;
- 4) нет правильного ответа.

5. Укажите все правильные утверждения. Научные межпредметные связи подразделяют на: а) фактические, б) познавательные, в) понятийные, г) репродуктивные.

- 1) а, б, в, г;
- 2) а, б, в;
- 3) а, в;
- 4) б, г.

6. Укажите все виды межпредметных связей операционно-деятельностного типа: а) практические, б) поисковые, в) ценностно-ориентационные, г) односторонние, д) познавательные.

- 1) а, б, в, г, д;
- 2) а, в, д;
- 3) б, в, д;
- 4) б, г.

7. Биологические функции белков изучаются в курсе биологии в X классе. В этом случае при изучении белков в курсе химии IX класса реализуются межпредметные связи:

- 1) перспективные;
- 2) предшествующие;
- 3) двухсторонние;
- 4) межцикловые.

8. Состав и строение белковых макромолекул детально рассматриваются в курсе химии XI класса. В этом случае беседа о важнейших биологических функциях белков, изученных в курсе биологии X класса, позволяет реализовать на уроке химии межпредметные связи:

- 1) перспективные;
- 2) предшествующие;
- 3) двухсторонние;
- 4) межцикловые.

9. При изучении химии широко используют задачи на распознавание веществ. Межпредметные связи химии и биологии могут быть реализованы наиболее полно, если для распознавания предложены все вещества ряда:

1) уксусная кислота, этиловый спирт, глицерин;

- 2) глюкоза, яичный белок, метаналь;
- 3) растительное масло, глюкоза, яичный белок;
- 4) растительное масло, глицерин, яичный белок.

10. Высшей ступенью интеграции учебных предметов является межпредметный(-ые):

- 1) связи;
- 2) конгломерация;
- 3) синтез;
- 4) анализ.

1.3. Ситуационные задачи.

1. Интегративный подход в школьном химическом образовании реализуется через вертикальную и горизонтальную интеграции. Вертикальная интеграция обеспечивает преемственность между отдельными разделами и блоками содержания учебного предмета «Химия» через установление внутрипредметных связей. Горизонтальная интеграция осуществляется посредством реализации межпредметных связей химии с другими учебными предметами. Для установления таких взаимосвязей в процессе обучения учителю необходимо проанализировать соответствующие учебные программы и пособия. Результаты такого анализа опытные учителя сводят в таблицу. Заполните таблицу, отражающую внутри- и межпредметные связи при изучении жиров, углеводов, аминокислот, белков в школьном курсе химии и биологии.

Понятия	Внутри- и межпредметное содержание понятий		
	Химия (IX класс)	Биология (X класс)	Химия (XI класс)
Жиры			
Углеводы			
Аминокислоты			
Белки			

2. Идея гуманитаризации школьного химического образования предполагает усиление межпредметных связей химии с учебными предметами гуманитарного цикла (литература, история, изобразительное искусство). Используя на уроках химии литературные произведения и органически увязывая их с материалом темы, учитель вводит учащихся в мир

высоких чувств, воспитывает способность видеть, понимать и ценить прекрасное в жизни. Подберите отрывки из художественной литературы, в которых содержатся упоминания об органических веществах и химических превращениях. Укажите темы уроков и методические приёмы, с помощью которых вы бы могли использовать эти отрывки.

3. Большое внимание при изучении химии (особенно органической) в лицейских и гимназических классах физико-математического направления нужно уделять вопросам, связанным с изучением геометрии молекул. Особую дидактическую ценность это имеет в том случае, если рассмотрение геометрии молекулы поможет объяснить учащимся определённые химические свойства вещества. На материале школьного курса органической химии составьте 3 задания, в которых объяснение свойств органических веществ строится на основе знаний о геометрии их молекул.

4. Биологический компонент в школьном химическом эксперименте реализуется в следующих направлениях: а) определение химическим путём качественного состава биологических объектов; б) выявление взаимосвязи между химическими свойствами веществ и их биологическими функциями; в) выявление сущности и моделирование процессов, происходящих в природе и живых организмах. Подберите по одному химическому опыту, иллюстрирующему каждое из обозначенных направлений в соответствии с содержанием школьного курса органической химии. Укажите тему, при изучении которой может быть использован каждый опыт. Опишите технику и методику его проведения.

5. Исторический экскурс к химическому эксперименту позволяет моделировать или реконструировать исторический опыт. Учитель и учащиеся становятся при этом своеобразными участниками процесса открытия, они как бы воспроизводят историческую реальность. Это способствует пониманию учащимися того, что достижения современной химической науки — это результат длительного исторического пути её развития. Составьте исторические экскурсии к химическим опытам: «Качественная реакция на крахмал», «Реакция “серебряного зеркала”».

6. Огромную роль при обучении химии в лицейских и гимназических классах химико-биологического направления имеет исполь-

зование экспериментальных задач. Именно они формируют у школьников умение применять теоретические знания на практике, а также способствуют развитию экспериментальных умений в целом. При этом целесообразно, чтобы содержание этих задач «увязывалось» с биологическим материалом и тем самым отражало специфику обучения химии в классе данного направления. Составьте 5 экспериментальных задач с межпредметным химико-биологическим содержанием по теме «Азотсодержащие органические соединения» (XI класс).

7. Методологической основой для решения любой расчётной задачи по химии является единство качественной и количественной сторон всех химических процессов. Поэтому и в решении расчётной химической задачи можно выделить две части: химическую и математическую. Наиболее полно межпредметные связи химии и математики реализуются при решении расчётных задач по химии с использованием математических уравнений и неравенств, систем уравнений, графиков. На материале темы «Азотсодержащие органические соединения» (XI класс) составьте 5 расчётных задач, при решении которых используются математические уравнения и неравенства.

8. Задачи по химии с экологическим содержанием способствуют формированию у учащихся экологической культуры, акцентируют их внимание на актуальных экологических проблемах и путях их решения на основе химических знаний. В таких задачах рассматриваются механизмы влияния отдельных химических веществ на живые организмы, а также подчёркивается двойственная роль достижений химии, которые призваны служить человеку, но при неразумном использовании вредят ему. Составьте 5 расчётных задач с экологическим содержанием на материале школьного курса органической химии.

9. Реализация дидактического принципа связи обучения с жизнью важна при обучении химии в любом классе. Однако в гуманитарных классах этот принцип приобретает особую значимость, поскольку он предполагает разъяснение учащимся-гуманитариям того, как знание химических законов и теорий, свойств наиболее распространённых веществ можно использовать в повседневной жизни при решении практических задач, в быту, на производ-

стве и т. п. При этом у учащихся формируются умения переноса химических знаний в реальную жизненную ситуацию. Особыми возможностями в этом обладают химические задачи по химии с практически-значимым содержанием. В соответствии с содержанием школьного курса органической химии составьте 5 таких задач, указав их тип, тему и класс.

10. Межпредметные связи полезно устанавливать и раскрывать не только на уроках химии, но и во внеклассной работе по предмету. При проведении внеклассных мероприятий учителя-практики часто проводят межпредметные викторины. Предложите перечень заданий для проведения межпредметной викторины, включающей разделы: «Химия и биология», «Химия и физика», «Химия и география», «Химия и филология», «Химия и история».

II. Методика изучения азотсодержащих органических соединений в школьном курсе химии.

2.1. Вопросы для обсуждения.

1. Место раздела «Азотсодержащие органические вещества» в школьном курсе химии, его образовательное и воспитательное значения.

2. Последовательность изучения азотсодержащих органических веществ (тематическое планирование) в курсе химии IX и XI классов.

3. Основные химические понятия, формируемые при изучении азотсодержащих органических веществ в школьном курсе химии.

2.2. Тестовые задания для самоконтроля по теме «Азотсодержащие органические соединения».

1. Основные свойства аминов определяются:

- 1) наличием алкильной группы;
- 2) взаимным влиянием атомов в молекуле;
- 3) способностью к диссоциации в водных растворах;
- 4) наличием неподелённой пары электронов у атома азота.

2. Основные свойства соединений, формулы которых: а) CH_3NH_2 , б) KOH , в) $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$, г) NH_3 , возрастают в ряду:

- 1) г, в, а, б;
- 2) в, а, г, б;
- 3) г, а, в, б;
- 4) в, г, а, б.

3. Укажите все вещества, между молекулами которых образуются водородные связи при н. у.: а) этиламин, б) этаналь, в) метиловый эфир 2-аминопропановой кислоты, г) фруктоза:

- 1) а, б, в;
- 2) а, в, г;
- 3) в, г;
- 4) а, г.

4. Укажите число изомерных аминокислот, которым соответствует молекулярная формула $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{O}_2\text{N}$ (без учёта пространственной изомерии):

- 1) 10;
- 2) 11;
- 3) 12;
- 4) 13.

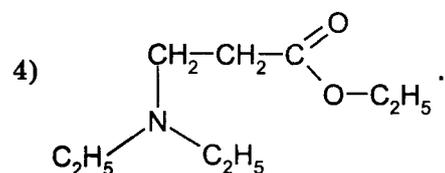
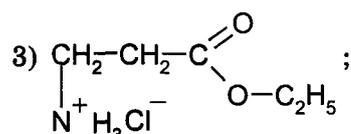
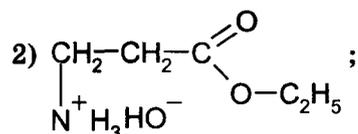
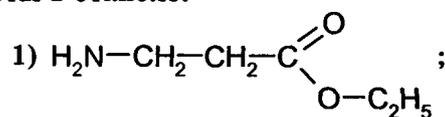
5. Значение рН больше 7 в водном растворе соединения, формула которого:

- 1) $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$;
- 2) $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$;
- 3) $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}^+\text{H}_3\text{Cl}^-$;
- 4) $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$.

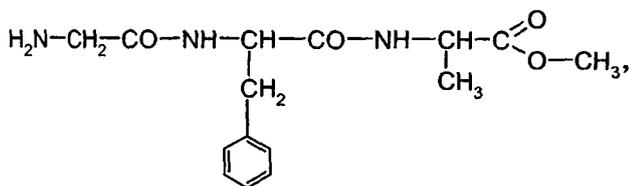
6. Укажите формулу конечного продукта реакции глицина с метиламином:

- 1) $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COONHCH}_3$;
- 2) $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CONHCH}_3$;
- 3) $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COONH}_2$;
- 4) $\text{NH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COONHCH}_3$.

7. Укажите формулу соединения, образующегося при пропускании избытка хлороводорода через раствор β -аминопропионовой кислоты в этаноле:



8. Число различных соединений, полученных при полном кислотном гидролизе вещества состава



равно:

- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4.

9. Первичная структура белка определяется:

- 1) строгим повторением пептидных связей;
- 2) специфической последовательностью аминокислотных остатков;
- 3) плоской жёсткой структурой пептидной связи;
- 4) числом аминокислотных остатков в полипептидной цепи.

10. Биуретовая реакция — это качественная реакция на соединения, содержащие следующую группировку атомов:

- 1) $-\text{CO}-\text{NH}-$;
- 2) $-\text{CH}_2-\text{NH}-$;
- 3) $-\text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{NH}-$;
- 4) $-\text{CH}_2-\text{NH}-$.

2.3. Тестовые задания для самоконтроля «Методика изучения азотсодержащих органических соединений в школьном курсе химии».

1. Укажите все верные утверждения. При изучении азотсодержащих органических соединений расширяются знания: а) об основаниях, б) амфотерных соединениях, в) о кислотах, г) полимерах, д) нитросоединениях.

- 1) а, б, в, г, д;
- 2) а, б, в, г;
- 3) а, в;
- 4) а, б.

2. Изучение аминов в школьном курсе химии строится на основе:

- 1) сходства аминов с углеводородами;
- 2) различия аминов с нитросоединениями;
- 3) различия аминов с солями аммония;
- 4) сходства аминов с аммиаком.

3. Из химических свойств аминов в школьном курсе химии НЕ рассматривается их реакция с:

- 1) азотистой кислотой;
- 2) водой;
- 3) кислородом;
- 4) соляной кислотой.

4. Взаимное влияние групп атомов в молекуле анилина иллюстрируется на примере взаимодействия анилина с:

- 1) соляной кислотой;
- 2) серной кислотой;
- 3) хлорангидридом уксусной кислоты;
- 4) бромной водой.

5. Укажите все верные утверждения. Изучение аминокислот в школьном курсе химии строится на основе знаний учащихся о свойствах: а) аминов, б) углеводов, в) карбоновых кислот, г) высокомолекулярных соединений.

- 1) а;
- 2) а, в;
- 3) а, б, в, г;
- 4) а, б, в.

6. При изучении аминокислот учащиеся впервые знакомятся с:

- 1) органическими основаниями;
- 2) органическими кислотами;
- 3) органическими амфотерными веществами;
- 4) все ответы верны.

7. Укажите все правильные утверждения. В школьном курсе химии рассматриваются химические свойства белков: а) гидролиз, б) денатурация, в) взаимодействие с одноатомными спиртами, г) цветные реакции, д) взаимодействие с минеральными кислотами.

- 1) а, б, в, г, д;
- 2) а, б, д;
- 3) б, в, г;
- 4) а, б, г, д.

8. Опорным для формирования у школьников представлений о вторичной структуре белка является понятие о:

- 1) водородной связи;
- 2) пептидной связи;
- 3) сложноэфирных мостиках;
- 4) дисульфидных мостиках.

9. При изучении азотсодержащих органических соединений в XI классе учебной программой предусмотрен новый тип расчётных задач:

1) определение молекулярной формулы азотсодержащего органического соединения по массовым долям элементов;

- 2) определение выхода продукта реакции;
- 3) определение молекулярных формул органических веществ на основе продуктов их сгорания;
- 4) нет правильного ответа.

10. При изучении азотсодержащих органических веществ в XI классе учебной программой предусмотрен лабораторный опыт:

- 1) цветные реакции аминокислот;
- 2) растворение и осаждение белков;
- 3) свойства белков: денатурация, цветные реакции;
- 4) химические свойства аминокислот.

2.4. Задачи для самостоятельного решения по разделу «Азотсодержащие органические соединения».

1. При полной нейтрализации моноаминокарбоновой кислоты гидроксидом натрия образуется соль массой 6,84 г. Взаимодействие такого же количества аминокислоты с избытком соляной кислоты приводит к получению другой соли массой 7,42 г. Укажите молярную массу аминокислоты.

2. Какая масса бромоводорода может прореагировать со смесью диметиламина и этиламина массой 45 г?

3. Моноаминокарбоновая кислота массой 3,56 г образует с этанолом сложный эфир массой 4,68 г. Укажите молярную массу кислоты.

4. Смесь фенола и анилина прореагировала с раствором гидроксида натрия массой 100 г с массовой долей щёлочи 20 %. Эта же смесь может прореагировать с бромом массой 720 г. Рассчитайте массу смеси фенола и анилина.

5. При действии избытка раствора гидроксида натрия на раствор фениламмоний бромида массой 87 г получили анилин, на бромирование которого затратили бром массой 48 г. Определите массовую долю фениламмоний бромида в исходном растворе.

6. После полного сгорания органического вещества состава $C_xH_yN_z$ количеством 1 моль в токе избытка кислорода, объёмом 280 дм³ и избирательного поглощения всей образовавшейся воды была выделена газовая смесь, которая заняла объём 224 дм³. После пропускания газовой смеси через водный раствор гидроксида натрия объёмом 3278 см³ ($\rho = 1,22$ г/см³) с массовой долей NaOH 20 % объём газовой смеси составил 89,6 дм³, а плотность по водороду — 15,5. Укажите молярную массу органического вещества (все объёмы газов измерены при нормальных условиях).

7. При полном гидролизе природного дипептида массой 7,3 г соляной кислотой с массовой долей HCl, равной 14,6 % ($\rho = 1,08$ г/см³), была получена соль массой 6,3 г, массовая доля хлора в которой составляет 28,28 %. Установите возможную структурную формулу исходного дипептида и вычислите объём соляной кислоты, прореагировавшей с исходным дипептидом.

2.5. Ситуационные задачи.

1. Традиционно амины рассматриваются как производные аммиака. Сходство аминов с аммиаком объясняется их электронным строением и подтверждается некоторыми химическими свойствами. К таким свойствам относятся реакции солеобразования у аминов и аммиака, реакции выделения аммиака и аминов из солей действием щёлочи. Опишите методику проведения указанного фрагмента урока, сопровождаемого использованием учебной компьютерной презентации.

2. При изучении азотсодержащих органических соединений идея взаимного влияния атомов и групп атомов в молекулах органических веществ продолжает своё развитие. При этом на основе закономерности распределения электронной плотности в молекулах аминов школьникам следует объяснить, почему основные свойства у диметиламина выражены сильнее, чем у метиламина; почему ароматические амины обладают более слабыми основными свойствами, чем амины предельного ряда, и т. д. Опишите методику проведения фрагмента такого урока.

3. При изучении азотсодержащих органических веществ открываются широкие возможности для реализации проблемного подхода. В частности, опытные учителя-практики, рассматривая химические свойства аминокислот, строят урок, в основе которого лежит создание проблемной ситуации, предполагающей прогнозирование учащимися свойств вещества в зависимости от его строения. В данном случае свойства аминокислот прогнозируются на основе характерных свойств аминов и карбоновых кислот. Составьте фрагмент урока по теме «Химические свойства аминокислот» с использованием проблемного подхода.

4. Учебной программой по химии для XI класса не предусмотрены химические опыты, иллюстрирующие химические свойства аминокислот. Отсутствие химического эксперимента не подкрепляет теорию практикой, способствует формированию у школьников формальных зна-

ний, затрудняет реализацию проблемного обучения. Кроме того, эксперимент, иллюстрирующий химические свойства аминокислот, не сложен по технике выполнения. Подберите опыты, которые вы могли бы провести на уроке при изучении химических свойств аминокислот. Опишите технику и методику их использования.

5. При изучении азотсодержащих органических веществ развивается понятие о водородной связи. Формирование представлений учащихся об образовании водородной связи между молекулами аминов строится на основе знаний о её образовании между молекулами кислородсодержащих органических веществ. На примере белков учащиеся убеждаются в значении водородной связи для структуры белковых молекул. Опишите методику проведения указанных фрагментов уроков.

6. При обобщении знаний о составе, строении, химических и биологических свойствах белков полезно проведение урока-конференции. При подготовке к такому уроку учащиеся работают над докладами по предложенной учителем тематике. Работа школьников с дополнительной литературой расширяет кругозор и стимулирует их познавательную активность. Составьте для учащихся примерную тематику докладов к уроку-конференции по теме «Белки» и предложите им перечень используемой литературы.

7. Умение решать экспериментальные задачи развивается у учащихся на протяжении изучения всего курса химии. Календарно-тематическим планированием предусмотрены практические работы в IX и XI классах «Решение экспериментальных задач по теме «Азотсодержащие органические соединения»». Составьте 5 экспериментальных задач разных уровней сложности (для IX и XI классов), которые вы могли бы использовать при изучении азотсодержащих веществ, и опишите методику, на основании которой вы будете обучать школьников их решению.

8. Для закрепления знаний учащихся о химических свойствах веществ и способах их получения в школьной практике широко используют задания, при выполнении которых учащимся необходимо составить уравнения химических реакций в соответствии с предложенной схемой химических превращений. С учётом объёма учебного материала, предусмотренного учебной программой по химии для XI класса, составьте две схемы превращений, отражающих химические свойства и способы получения аминов, аминокислот и поли-

пептидов, а также две схемы превращений, иллюстрирующих генетические связи между азотсодержащими и кислородсодержащими органическими веществами.

9. Умение решать расчётные задачи непрерывно формируется у учащихся при изучении всего школьного курса. Однако при изучении азотсодержащих органических веществ как в IX, так и в XI классах новый тип расчётных задач не вводится. У учителя есть возможность на материале данной темы отработать умения решать задачи ранее изученных типов, а также комбинированные задачи. Составьте подборку из 4–5 расчётных задач по теме «Азотсодержащие органические соединения» для IX и XI классов.

10. Календарно-тематическим планированием в XI классе предусмотрены контрольная работа по темам «Углеводы» и «Азотсодержащие органические соединения». Составьте 2 варианта контрольной работы в текстовой и тестовой формах, выстроив задания в соответствии с пятью уровнями усвоения учебного материала по химии.

2.6. Химический эксперимент при изучении азотсодержащих органических соединений в школьном курсе химии.

1. Отношение белков к воде.

В пробирку налейте воды объёмом 2–3 см³ и добавьте куриный белок. Сделайте вывод о растворимости белка в воде.

2. Денатурация белков.

1. Налейте в пробирку раствор куриного белка объёмом 2–3 см³. Медленно нагревайте раствор в пламени спиртовки. Наблюдайте изменения, происходящие с белком.

2. Налейте в пробирку свежего молока объёмом 2–3 см³ и капните 2–3 капли уксусной или лимонной кислоты. Наблюдайте денатурацию белка.

3. Действие концентрированной азотной кислоты на белок.

В пробирку налейте белок и добавьте концентрированную азотную кислоту объёмом 1 см³, пробирку слегка нагрейте. Наблюдайте денатурацию белка.

4. Цветные реакции белков.

Биуретовая реакция.

В пробирку налейте раствор белка объёмом 2 см³ и прилейте раствор щёлочи объёмом 2 см³, перемешайте смесь и добавьте несколько ка-

пель раствора сульфата меди(II) (не следует добавлять избыток сульфата меди(II), так как синий осадок образующегося гидроксида меди(II) маскирует фиолетовое окрашивание). Наблюдайте появление фиолетовой окраски.

5. Растворение и осаждение белков.

1. Техника проведения эксперимента по растворимости белка описана в опыте № 1.

2. В пробирку налейте раствор белка объёмом 2 см³ и прилейте немного этилового спирта. Наблюдайте помутнение раствора.

III. Подготовить доклады.

1. Специфика обучения химии в классах физико-математического направления в гимназиях и лицеях.

2. Гуманитаризация химического образования школьников.

3. Развитие понятия о водородной связи (на материале школьного курса органической химии).

IV. Индивидуальное задание.

Урок для XI класса по теме «Белки» (с демонстрацией химических опытов).

Рекомендуемая литература

1. Арсентьева, Г. П. Урок по теме «Аминокислоты» / Г. П. Арсентьева // Химия в школе. — 2007. — № 5. — С. 41–43.
2. Аранская, О. С. Содержание гуманитаризации химического образования школьников / О. С. Аранская, Е. Я. Аршанский. — Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 1998. — 99 с.
3. Аршанский, Е. Я. Об осуществлении методической подготовки учителя химии к работе в классах физико-математического профиля / Е. Я. Аршанский // Проблемы обучения физике и химии в средней и высшей школе. — Нижний Новгород: НГПУ, 2002. — С.45–49.
4. Аршанский, Е. Я. Химия для физматиков: как подготовить и провести урок / Е. Я. Аршанский // Химия в школе. — 2003. — № 5. — С. 23–30.
5. Аршанский, Е. Я. Метаметодический подход: потребности, возможности и перспективы интеграции предметных методик / Е. Я. Аршанский // Хімія: проблеми викладання. — 2009. — № 11. — С. 14–23.
6. Беляева, А. П. Интегративная методология и теория — сущность развития фундаментальной науки и образовательной практики / А. П. Беляева // Роль академической науки в развитии современного образования. — СПб. : СПбГУП, 2001. — Вып. 1. — С. 12–16.
7. Берулава, М. Н. Теоретические основы интеграции образования / М. Н. Берулава. — М. : Совершенство, 1998. — 192 с.
8. Бурая, И. В. Об использовании интегративных творческих заданий / И. В. Бурая // Химия в школе. — 2002. — № 8. — С. 23–27.
9. Грядовкина, Е. Е. Интегрированный урок по химии и биологии по теме «Белки. Аминокислоты» / Е. Е. Грядовкина, О. Н. Цетельник // Хімія: проблеми викладання. — 2008. — № 12. — С. 51–60.
10. Кекало, Е. А. Зачёт-карусель по теме «Амины. Аминокислоты. Белки». 11 класс / Е. А. Кекало // Хімія: проблеми викладання. — 2008. — № 3. — С. 53–61.
11. Козлова, Г. Г. опыты по теме «Амины. Аминокислоты. Белки» / Г. Г. Козлова, Э. И. Галинурова // Химия в школе. — 2001. — № 3. — С. 61–64.
12. Кузочка, Т. В. Интегрированный урок по теме «Белки» / Т. В. Кузочка, Е. А. Калякина // Химия в школе. — 2003. — № 10. — С. 41–44.
13. Лыгин, С. А. Эксперимент при изучении белков / С. А. Лыгин, И. Л. Голенищева // Химия в школе. — 2006. — № 2. — С. 62–64.
14. Лыгина, С. А. Методика проведения химического эксперимента по органической химии / С. А. Лыгина, И. Л. Голенищева // Химия в школе. — 2009. — № 10. — С. 58–62.
15. Малеева, В. Ф. Обобщающий урок по теме «Азотсодержащие органические соединения» / В. Ф. Малеева // Химия в школе. — 2007. — № 3. — С. 25–29.
16. Мельникова, С. Г. Урок по теме «Белки» / С. Г. Мельникова // Хімія: проблеми викладання. — 2010. — № 4. — С. 40–49.
17. Микитюк, А. Д. Реакции аминов / А. Д. Микитюк // Химия в школе. — 2001. — № 2. — С. 35–40.
18. Пак, М. С. Интегративно-контекстная концепция общего химического образования / М. С. Пак // Актуальные проблемы химико-педагогического и химического образования в средней и высшей школе: материалы 48-х Герценовских чтений. — СПб. : РГПУ им. А.И. Герцена, 2001. — С. 5–6.
19. Тачева, Г. Ф. Обобщение сведений об аминокислотах и белках на интегрированном уроке / Г. Ф. Тачева, Д. Ю. Трушников // Химия в школе. — 2003. — № 10. — С. 44–47.
20. Серебрянская, Н. А. Из опыта изучения темы крупным блоком / Н. А. Серебрянская // Химия в школе. — 2007. — № 5. — С. 38–41.