



Учреждение образования
«Белорусская государственная
орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия»



Кафедра биологии растений и химии

ХИМИЯ

Лабораторный практикум

**Лабораторная работа
Качественные реакции на углеводороды**



Лабораторная работа Получение и свойства углеводов

Предельные углеводороды

Алканы – это предельные углеводороды, в молекулах которых все ковалентные одинарные σ -связи и атом углерода находится в sp^3 -гибридизации. Алканы образуют гомологический ряд общей формулой C_nH_{2n+2} . Начиная с C_4 наблюдается явление изомерии. Получают насыщенные углеводороды из галогенпроизводных, непредельных углеводородов, из карбоновых кислот и их солей, гидрогенизацией угля и оксидов углерода. В химическом отношении предельные углеводороды отличаются сравнительно малой химической активностью.

Цель работы: Получить и изучить свойства углеводородов.

Оборудование и реактивы: пробирки, безводный ацетат натрия, бромная вода, пентан, гексан, натронная известь, раствор перманганата калия, лакмус, этиловый спирт, амилен, бензин, керосин, серная кислота, бромная вода, перманганат калия, каучук или резина, песок или пемза, карбид кальция, бромная вода, 0,5%-й раствор перманганата калия, нитрат серебра, аммиак, вата, бензол, толуол, ксилол, бензоат натрия, раствор брома в четыреххлористом углероде, нафталин, концентрированные азотная и серная кислоты, бромная вода, 0,5%-ный раствор перманганата калия, 10% -ный раствор серной кислоты.

Опыт 1. Получение метана и изучение его свойств. В сухую пробирку с газоотводной трубкой насыпают на $\frac{1}{3}$ ее объема смесь, состоящую из одной части безводного ацетата натрия и двух частей предварительно прокаленной натронной извести (смесь гидроксида натрия и гидроксида кальция). Пробирку укрепляют в штативе с небольшим наклоном в сторону пробки и нагревают на пламени горелки. Сначала прогревают всю пробирку, а затем сильно нагревают смесь. Выделяющийся газ пропускают в отдельные пробирки с бромной водой и 0,5%-м раствором перманганата калия (рис. 1).

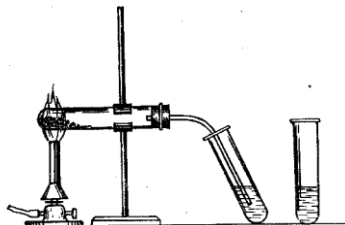


Рис. 1. Прибор для получения метана

Окраска этих растворов не изменяется, что указывает на неспособность метана к окислению и присоединению брома при обычных условиях. Не прекращая нагревания, собирают выделяющийся газ. Для этого пробирку наполняют водой и опрокидывают в чашку с водой. Подводят конец газоотводной трубки под пробирку и наполняют ее метаном. Не вынимая пробирки из воды, закрывают ее стеклянной



пластинкой и затем подносят к пламени горелки. Зажженный газ горит голубоватым пламенем.

Разложение ацетата натрия идет по уравнению:



Уравнение реакции горения метана: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

Опыт 2. Взаимодействие жидких алканов с бромной водой и раствором перманганата калия. В две пробирки наливают по 2-3 см³ бромной воды и 2-3 см³ 0,5%-го раствора перманганата калия. В каждую прибавляют по 2 см³ пентана или гексана и энергично взбалтывают. Реакция взаимодействия не происходит. Окраска бромной воды и раствора перманганата калия не изменяется.

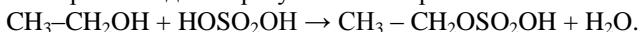
Непредельные углеводороды

В природе этиленовые углеводороды встречаются довольно редко. Их получают обычно при крекинге и пиролизе углеводородов нефти, из галогензамещенных, одноатомных спиртов и при неполном гидрировании ацетиленовых углеводородов. Олефины отличаются высокой реакционной способностью из-за наличия в молекуле кратной связи, обуславливающей реакции присоединения, окисления и полимеризации. Реакции присоединения к олефинам подчиняются правилу В. В. Марковникова, согласно которому водород присоединяется к наиболее гидрогенизированному атому углерода. По современным представлениям, порядок присоединения объясняется поляризацией двойной связи, ионным механизмом процесса и реакциями электрофильного присоединения:

Большая реакционная способность олефинов определяет их широкое использование для различных промышленных синтезов. Важным свойством ненасыщенных углеводородов является способность к полимеризации.

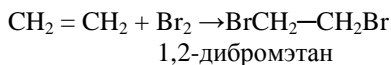
Опыт 3. Получение этилена и изучение его свойств. Получение этилена. В пробирку с газотводной трубкой наливают 5–6 см³ заранее приготовленной смеси, состоящей из одной части этилового спирта и трех частей концентрированной серной кислоты, и бросают маленький кусочек пемзы для равномерного кипения смеси. Пробирку закрывают пробкой с газотводной трубкой и смесь осторожно нагревают. Реакция протекает в две стадии.

На первой стадии образуется этилсерная кислота:



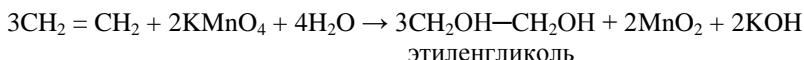
На второй стадии при нагревании до 170°C этилсерная кислота разлагается с выделением этилена: $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{OSO}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$.

Обесцвечивание бромной воды. Реакционную смесь продолжают нагревать, следя за тем, чтобы жидкость не выбросило из пробирки, и выделяющийся этилен пропускают через бромную воду. Бромная вода обесцвечивается вследствие присоединения брома по месту разрыва двойной связи с образованием симметричного дибромэтана:





Окисление этилена в нейтральном растворе – реакция Вагнера. Продолжая нагревание смеси, выделяющийся этилен пропускают через 0,5%-й раствор перманганата калия. Фиолетовая окраска раствора перманганата калия исчезает и образуется бурый осадок оксида марганца (IV), что указывает на происходящее окисление этилена:

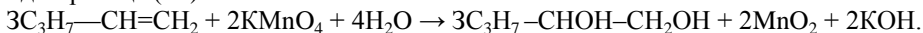


Горение этилена. Этилен собирают в пробирку под водой. Собранный газ зажигают. Этилен горит ярким пламенем с образованием углекислого газа и воды: $\text{C}_2\text{H}_4 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.

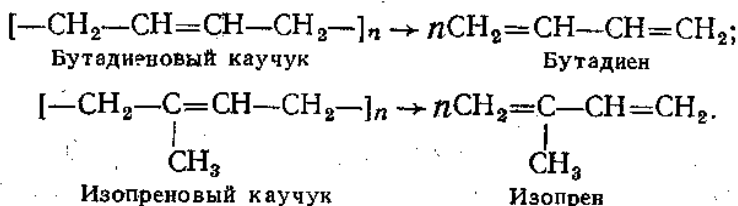
Если внести в пламя этилена крышку от тигля, то на ней образуется пятно сажи, что указывает на неполное сгорание содержащегося в этилене углерода. Этилен можно также поджечь у конца газоотводной трубки.

Опыт 4. Взаимодействие жидких олефинов с бромной водой и раствором перманганата калия. В одну пробирку наливают 2–3 см³ бромной воды, во вторую столько же нейтрального 0,5% -го раствора перманганата калия и в третью – столько же 0,5% -го раствора перманганата калия, подкисленного серной кислотой. В каждую пробирку прибавляют по 2 см³ амилена и энергично взбалтывают. При этом бромная вода довольно быстро обесцвечивается вследствие присоединения брома к амилену:

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CHBr}-\text{CH}_2\text{Br}$. Окраска перманганата калия также изменяется. Происходит реакция окисления амилена в соответствующий гликоль. В нейтральной среде перманганат калия переходит в оксид марганца (IV):



Опыт 5. Дегполимеризация каучука и взаимодействие продуктов дегполимеризации с бромной водой и раствором перманганата калия. В пробирку с газоотводной трубкой помещают 2-3 г каучука (при отсутствии каучука можно воспользоваться обычной резиновой трубкой), зажимают пробирку немного наклонно в лапке штативами, постепенно нагревают. Наблюдают разложение каучука с выделением газообразных продуктов. Процесс дегполимеризации каучука можно схематически представить так:



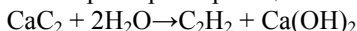
Выделяющиеся газообразные продукты дегполимеризации пропускают в одну пробирку с бромной водой, а в другую – со щелочным 0,5% -ым раствором перман-



ганата калия. Бромная вода обесцвечивается в результате присоединения брома по месту двойных связей. Окраска раствора перманганата калия исчезает и образуется бурый осадок оксида марганца (IV). Происходит реакция окисления продуктов деполимеризации каучука.

Алкины (ацетиленовые углеводороды) относятся к ненасыщенным соединениям, имеют общую формулу C_nH_{2n-2} и характеризуются наличием одной тройной связи между атомами углерода. Тройная связь представляет собою сочетание одной σ -связи и двух π -связей, углерод при этом находится в sp -гибридизации. Алкины изомерны алкадиенам. Изомерия ацетиленовых углеводородов обусловлена строением углеродного скелета и местоположением тройной связи. Получают ацетилен из карбида кальция, а замещенные – реакцией алкилирования ацетилена или из соответствующих галогензамещенных. Алкины отличаются высокой реакционной способностью, вступают в реакции восстановления, присоединения, окисления, конденсации, полимеризации и замещения.

Опыт 6. Получение ацетилена из карбида кальция. В колбу Вюрца помещают несколько кусочков карбида кальция и закрывают её пробкой с капельной воронкой, наполненной водой. Отводную трубку колбы соединяют с изогнутой газоотводной трубкой; из капельной воронки по каплям приливают воду. С выделяющимся ацетиленом прodelьвают характерные реакции.



Если закрыть зажим, то реакция в пробирке прекращается.

Опыт 7. Присоединение брома к ацетилену. В пробирку наливают 5 см³ бромной воды и пропускают ацетилен. Бромная вода обесцвечивается – происходит присоединение брома к ацетилену с образованием тетрабромэтана. Реакция присоединения брома протекает в две стадии. Сначала образуется дибромэтилен, который затем, реагируя со второй молекулой брома, образует тетрабромэтан. В суммарном виде: $C_2H_2 + 2Br_2 \rightarrow C_2H_2Br_4$

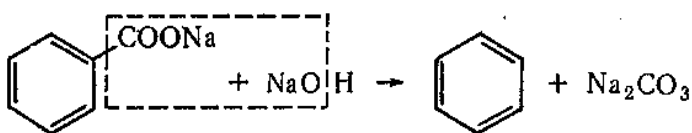
Опыт 8. Окисление ацетилена. В пробирку наливают 3-4 см³ 0,5% -ого раствора перманганата калия, подщелоченного содой, и пропускают ацетилен. При этом изменяется окраска раствора и образуется бурый осадок оксида марганца (IV), что указывает на окисление ацетилена. Реакция окисления ацетилена перманганатом калия протекает довольно сложно. В качестве продуктов окисления образуется щавелевая кислота, муравьиная кислота и в конечном итоге CO_2 и вода.

Опыт 9. Образование ацетиленида серебра. В пробирку наливают 3-4 см³ аммиачного раствора гидроксида серебра (I), приготовленного из нитрата серебра(I) и аммиака: $AgNO_3 + 3NH_3 + H_2O \rightarrow [Ag(NH_3)_2]OH + NH_4NO_3$. Через полученный раствор пропускают ацетилен. При этом образуется серый осадок ацетиленида серебра(I): $HC\equiv N + [Ag(NH_3)_2]OH \rightarrow 4NH_3 + 2H_2O + AgC\equiv CAg$

Опыт 10. Горение ацетилена. Ацетилен собирают в цилиндр, наполненный водой, методом вытеснения. Собранный ацетилен поджигают. Ацетилен сгорает коптящим пламенем. Его можно также поджечь у отверстия газоотводной трубки.



Опыт 11. Получение бензола из бензоата натрия. В фарфоровой ступке тщательно растирают 2-3 г бензоат натрия с 4-6 г предварительно прокаленной натронеи извести. Приготовленную смесь помещают в пробирку, снабженную пробкой с изогнутой газоотводной трубкой. Пробирку укрепляют в штативе почти горизонтально с небольшим наклоном в сторону пробки и осторожно нагревают. Конец газоотводной трубки опускают в приемник-пробирку, погруженную в стакан с холодной водой. Образующийся бензол, который легко узнать по характерному запаху, собирается в приемнике:



Если полученный продукт вылить в фарфоровую чашку и поджечь, то бензол в атмосфере воздуха горит коптящим пламенем. При достаточном доступе кислорода происходит полное сгорание с образованием углекислого газа и воды.

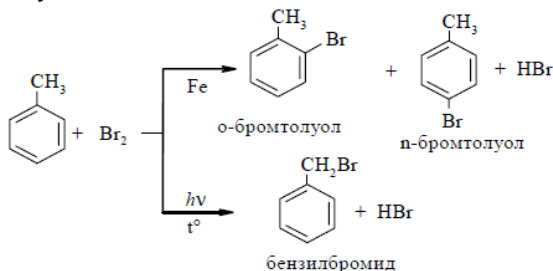
Опыт 12. Взаимодействие бензола с бромом. В пробирке встряхивают 2 см³ бензола с 1-2 см³ бромной воды. Окраска брома не исчезает, так как бром с бензолом при обычных условиях не взаимодействует, хотя бензол при этом окрашивается в желто-бурый цвет благодаря растворению брома. Присутствие катализаторов способствует реакции замещения атомов водорода в ядре бензола. В пробирку к 1-2 см³ бензола прибавляют 1-2 см³ раствора брома в четыреххлористом углероде и добавляют 0,5 г железных опилок в качестве катализатора. Смесь нагревают на водяной бане и наблюдают за выделением бромоводорода, что указывает на происходящее бромирование бензола. Бромоводород можно обнаружить по изменению цвета влажной синей лакмусовой бумажки, поднесенной к отверстию пробирки, а также по образованию тумана с парами воды и воздуха. Бромирование бензола приводит к образованию бромбензола. При дальнейшем галогенировании образуется смесь, состоящая из о-дибромбензола и п-дибромбензола.



Опыт 13. Взаимодействие гомологов бензола с бромом. Гомологи бензола галогенируются значительно легче, чем бензол, причем в зависимости от условий галоген замещает атомы водорода у бензольного ядра или в боковой цепи. К 1-2 см³ толуола прибавляют 2-3 см³ раствора брома в четыреххлористом углероде, вносят 0,1-0,2 г железных опилок и смесь нагревают. Постепенно наблюдается исчезнове-



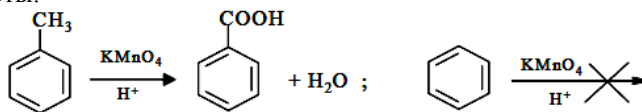
ние окраски брома и энергичное выделение бромоводорода. При этом образуются орто- и пара-бромтолуолы.



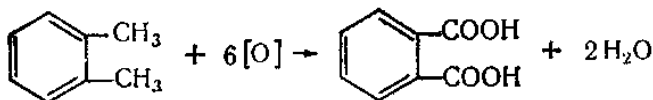
Если реакцию бромирования толуола вести при нагревании и на свету в отсутствии катализаторов, то бром замещает водород в боковой цепи с образованием бромистого бензила.

Опыт 14. Взаимодействие бензола с водным раствором перманганата калия. В пробирку наливают 2-3 см³ бензола, прибавляют 2 см³ 0,5%-ного раствора перманганата калия, 2-3 капли 10%-ного раствора серной кислоты и взбалтывают. Окраска перманганата калия не изменяется даже при нагревании, что указывает на устойчивость бензольного ядра к окислителям.

Опыт 15. Окисление гомологов бензола. Гомологи бензола способны окисляться с образованием ароматических карбоновых кислот. Берут две пробирки. В одну пробирку наливают 2-3 см³ толуола, во вторую - столько же о-ксилола. В каждую добавляют по 2 см³ 0,5%-ного раствора перманганата калия и 2-3 капли 10%-ного раствора серной кислоты. При встряхивании и осторожном нагревании окраска перманганата калия изменяется и выделяется бурый оксид марганца (IV). Каждая боковая цепь при этом окисляется в карбоксильную группу. Тoluол окисляется до бензойной кислоты:



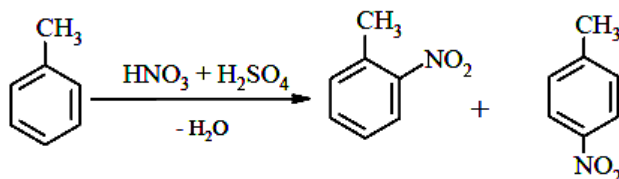
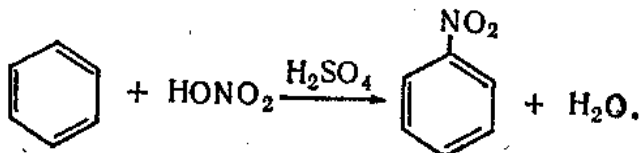
o-Ксилол образует фталевую кислоту:



Опыт 16. Нитрование бензола и его гомологов. В пробирку к охлажденной нитрующей смеси, состоящей из 2 см³ концентрированной серной кислоты и 1 см³ концентрированной азотной кислоты, приливают по каплям при постоянном взбалтывании около 1 см³ бензола. После этого встряхивание продолжают еще несколько



минут. Затем содержимое пробирки выливают в стаканчик с 10-15 см³ воды. Нитробензол выделяется на дне стаканчика в виде тяжелой маслянистой жидкости. Об образовании нитробензола свидетельствует характерный для него запах горького миндаля:

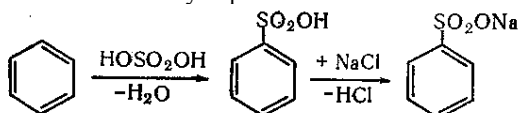


о-нитротолуол

п-нитротолуол

Серная кислота связывает образующуюся воду, что предотвращает разбавление азотной кислоты, а также участвует в образовании иона нитрония по реакции: $\text{HNO}_3 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \leftrightarrow \text{NO}_2^+ + \text{H}_3\text{O}^+ + 2\text{HSO}_4^-$

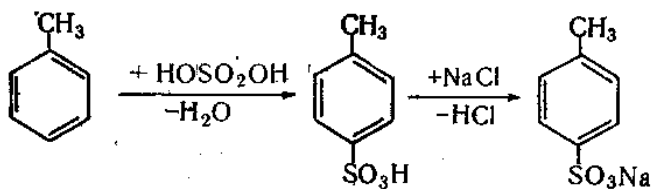
Опыт 17. Сульфирование бензола и его гомологов. Образование бензолсульфонокислоты. В пробирку с воздушным холодильником (вставленной в пробирку стеклянной трубкой) наливают 3 см³ дымящей серной кислоты и по каплям при постоянном взбалтывании прибавляют 2 см³ бензола. Происходит разогревание смеси, и бензол постепенно растворяется. Реакционную смесь осторожно подогревают на водяной бане. После охлаждения раствор выливают в заранее подготовленный стаканчик с 30-40 см³ насыщенного раствора поваренной соли. При этом выкристаллизуется натриевая соль бензолсульфонокислоты:



Образование толуолсульфонокислоты. В пробирку с воздушным холодильником к 1 см³ толуола добавляют 3 см³ концентрированной серной кислоты. Реакция протекает с выделением тепла, и толуол постепенно растворяется в серной кислоте. Для окончания реакции смесь осторожно нагревают на водяной бане в течение 10-15 мин, встряхивая содержимое пробирки. Нагревание заканчивают, когда жидкость станет однородной. Охлажденную реакционную смесь выливают в стаканчик с 10-15 см³ насыщенного раствора поваренной соли. Из охлажденного раствора выпадают кристаллы натриевой соли п-толуолсульфонокислоты с примесью о-изомера.



Учреждение образования
«Белорусская государственная
орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия»





Учреждение образования
«Белорусская государственная
орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия»



ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов/ Н. С. Ахметов. – М.: Высш. шк., 2006. – 743. .
2. Барковский, Е. В. Аналитическая химия: Учеб. пособие/ Е. В. Барковский. – Мн.: Высш. шк., 2004. – 351 с.
3. Барковский, Е. В. Введение в химию биогенных элементов и химический анализ: Учеб. пос./ Е. В. Барковский, С. В. Ткачев и др. – М.: Высш. шк., 1997. –126 с.
4. Болдырев, А. И. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1983.
5. Гольбрайх, З. Е. Сборник задач и упражнений по химии: Учеб. пособие/ З. Е. Гольбрайх.–М.:ООО «Издательство Астрель»,2004.–383с
6. Грандберг, И.И. Органическая химия: Учеб. для студ. вузов обучающихся на агрономических специальностях/ И. И. Грандберг. – М.: Дрофа, 2004. –672 с.
7. Князев Д. А. Неорганическая химия: Учебник для вузов/ Д. А. Князев, С. Н. Смарилин. – М.: Высш. шк., 1990. – 430 с.
8. Руководство к изучению курса “Общая и неорганическая химия”: Пособие для студентов нехимических специальностей/ И. Е. Шиманович [и др.]; под ред. И.Е. Шимановича. – 3-е изд. – Минск: РИВШ, 2008. – 112 с.
9. Химия. Лабораторный практикум: учеб. пособие/А. Р. Цыганов, О. В. Поддубная, И. В. Ковалева, Т. В. Булак.–Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 320 с.
10. Угай Я. А. Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов/ Я. А. Угай. 4-е изд. – М.: Высш. шк., 2004. – 440 с.
11. Химия: учебно-методический комплекс: Учебно-методическое пособие / О. В. Поддубная, И.В. Ковалева и др. – Горки: БГСХА, 2011. – 452 с. ISBN 978-985-467-359-2
12. Хмельницкий, Р. А. Физическая и коллоидная химия: Учебник для вузов/ Р. А. Хмельницкий. – М.: Высш. шк., 1988.
13. Цитович, Н. К. Курс аналитической химии: Учебник для вузов/ Н. К. Цитович. – М.: Высш. шк., 1987. – 403 с.
14. Цыганов, А. Р. Сборник задач и упражнений по химии: Учеб. пособие / А. Р. Цыганов, О. В. Поддубная. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 236 с.
15. Щербина, А.Э. Органическая химия. Задачи и упражнения: Учеб. пособие / А.Э. Щербина, Л.Г. Матусевич, И.В. Сенько. – Минск : Новое знание, 2007. – 304 с.

Дополнительная

1. Белясова, Н.А. Биохимия и молекулярная биология: Учеб. пособие/ Н.А. Белясова. – Минск: Книжный дом, 2004. – 416 с.
2. Введение в лабораторный практикум по неорганической химии: Учеб. пособие / В.В. Свиридов, Г.А.Попкович и др. – Мн : Высш. шк., 2003. – 96 с.
3. Дорохова, Е. Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа: Учебник для почвенно-агрохимических специальностей / Е. Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. – М.: Высш. шк., 1991. – 354 с.
4. Жарский, И. М. Теоретические основы химии: сборник задач: Учеб. пособие. – Минск.: Аверсев, 2004. – 397 с.
5. Практикум по общей и биоорганической химии: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. В. А. Попкова. – 3-е изд. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 240 с.
6. Слесарев, В. И. Химия: основы химии живого: Учебник для вузов / В. И. Слесарев. – СПб: Химиздат, 2001. – 784 с.
7. Степин, Б. Д. Неорганическая химия: Учебник для вузов/ Б. Д. Степин, А.А. Цветков. – М.: Высш. шк., 1994. – 608 с.

Справочники:

1. Краткий химический справочник. – М.: Химия, 1977.
2. Кольман, Я. Наглядная биохимия: Пер. с нем/ Я.Кольман, К.Г. Рем. – М.: Мир, 2000. – 469 с.
3. Лидин, Р.А. Химические свойства неорганических веществ/ Под ред. Р.А. Лидина. – 5-е изд., стер. – М.: КолосС, 2008, – 480 с.



Учреждение образования
«Белорусская государственная
орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия»



Составители

Поддубная Ольга Владимировна

Ковалева Ирина Владимировна

Мохова Елена Владимировна

Шагитова Марина Николаевна