

Администрация Фрунзенского района муниципального образования
«Город Саратов»
Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение
«Лицей № 37»

Природные индикаторы

Работу подготовил
Ученик 8 «А» класса
МАОУ «Лицей № 37»
Косырев Никита

Научные руководители:
учитель химии
Семенова Татьяна Семеновна
к.х.н., доцент кафедры общей и
неорганической химии СГУ
Кожина Любовь Филипповна

Саратов
2021

Содержание

Введение.....	3
1. Обзор литературы	
1.1 История возникновения индикаторов.....	4
1.2 Природные индикаторы. Характеристика и классификация.....	6
1.3 Кислотно-основные индикаторы. Водородный показатель.....	8
2. Экспериментальная часть	
2.1 Реагенты и оборудование.....	10
2.2 Методика приготовления природных индикаторов.....	11
2.3 Тест-определение рН растворов с помощью универсальной индикаторной бумаги и природных индикаторов.....	12
Заключение.....	17
Список литературы.....	18

Введение

*Кто если он добросовестен, не сочтет,
что следует воздержаться от
рассуждений, когда говорит опыт?
А. Левенгук (нидерландский натуралист,
конструктор микроскопов, 1632-1723)*

Индикаторы (от английского indicate-указывать) - это вещества, которые изменяют свой цвет в зависимости от среды раствора. С помощью индикаторов качественно определяют реакцию среды.

По окраске растений и её интенсивности экологи определяют наличие вредных веществ в атмосферном воздухе и почве. В настоящее время растения применяют в различных областях науки, таких как химия, биология, экология и медицина. В связи с этим выбранная тема настоящего исследования является **актуальной**.

Объект исследования: ягоды и плоды растений, обладающие свойствами индикаторов, растворы веществ различной кислотности (сода, молоко, уксусная кислота, раствор мыла и зубной пасты).

Цель работы: получение природных индикаторов из растительного сырья.

Задачи:

- изучить источники литературы, ознакомиться с методикой приготовления индикаторов из ягод и овощей;
- экспериментальным путем получить индикаторы.
- изучить поведение природных индикаторов в различных средах, определить рН исследуемых растворов.

1. Обзор литературы

1.1 История возникновения индикаторов

Выделенные из растений пигменты – красящие вещества – были известны еще в Древнем Египте и Древнем Риме. Впервые индикаторы обнаружил в 17 веке английский химик и физик Роберт Бойль (рисунок 1).



Рис. 1. Роберт Бойль (1627-1691) натурфилософ, физик, химик и богослов

Чтобы понять, как устроен мир, Бойль провел тысячи опытов. Вот один из них. В лаборатории горели свечи, в ретортах что-то кипело, когда некстати зашел садовник. Он принес корзину с фиалками. Бойль очень любил цветы, но предстояло начать опыт. Он взял несколько цветков, понюхал и положил их на стол. Опыт начался, открыли колбу, из нее повалил едкий пар. Когда же опыт кончился, Бойль случайно взглянул на цветы, они дымились. Чтобы спасти цветы, он опустил их в стакан с водой. И – что за чудеса- фиалки, их темно- фиолетовые лепестки, стали красными. Роберт Бойль не был бы настоящим ученым, если бы прошел мимо такого случая. Ученый велел готовить помощнику растворы, которые потом переливали в стаканы и в каждый опустили по цветку. В некоторых стаканах цветы немедленно начали

краснеть. Наконец, ученый понял, что цвет фиалок зависит от того, какой раствор находится в стакане, какие вещества содержатся в растворе. Затем Бойль заинтересовался, что покажут не фиалки, а другие растения. Эксперименты следовали один за другим. Лучшие результаты дали опыты с лакмусовым лишайником. Тогда Бойль опустил в настой лакмусового лишайника обыкновенные бумажные полоски. Дождался, когда они пропитаются настоем, а затем высушил их. Эти хитрые бумажки Роберт Бойль назвал индикаторами, что в переводе с латинского означает «указатель», так как они указывают на среду раствора. Именно индикаторы помогли ученому открыть новую кислоту - фосфорную, которую он получил при сжигании фосфора и растворении образовавшегося белого продукта в воде [1].

Одним из давно известных индикаторов является лакмус. Хотя лакмус уже в течение нескольких столетий, верно, служит людям, его состав так до конца и не изучен. Лакмус - это сложная смесь природных соединений. Он был известен уже в Древнем Египте и в Древнем Риме, где его использовали в качестве фиолетовой краски- заменителя дорогостоящего пурпура. Затем рецепт приготовления лакмуса был утерян. Лишь в начале 14 века во Флоренции вновь была открыта фиолетовая краска орсейль, тождественная лакмусу, причем способ ее приготовления в течение многих лет держали в секрете [2].

Готовили лакмус из специальных видов лишайников. Измельченные лишайники увлажняли, а затем добавляли в эту смесь золу и соду. Приготовленную таким образом густую массу помещали в деревянные бочки, добавляли мочу и выдерживали долгое время. Постепенно раствор приобретал темно- синий цвет. Его упаривали и в таком виде применяли для окрашивания тканей. В 17 веке производство орсейли было налажено во Фландрии и Голландии, а в качестве сырья использовали лишайники, которые привозили с Канарских островов.

Похожее на орсейль красящее вещество было выделено в 17 веке из гелиотропа - душистого садового растения с темно- лиловыми цветками. Именно с этого времени, благодаря Р. Бойлю, орсейль и гелиотроп стали использовать в химической лаборатории. И лишь в 1704 году немецкий ученый М. Валентин назвал эту краску лакмусом.

Сегодня для производства лакмуса измельченные лишайники сбраживают в растворах поташа (карбоната калия) и аммиака, затем в полученную смесь добавляют мел и гипс.

В 19 веке на смену лакмусу пришли более прочные и дешевые синтетические красители, поэтому использование лакмуса ограничивается лишь грубым определением кислотности среды.

В наши дни известны несколько сот кислотно-основных индикаторов, искусственно синтезированных начиная с середины 19 века. Широко применяют следующие индикаторы: лакмус, фенолфталеин, метиловый оранжевый.

В последнее время в лабораторной практике используется универсальный индикатор - смесь нескольких индикаторов. Он позволяет легко определить не только характер среды, но и значение кислотности (рН) раствора [3].

1.2 Природные индикаторы. Характеристика и классификация.

С древности люди уделяли большое внимание наблюдениям за природой. И в наше время учение многих стран все больше и больше стали обращаться к природным индикаторам.

Пигменты многих растений способны изменять цвет в зависимости от кислотности клеточного сока. Поэтому растительные пигменты являются индикаторами, которые можно применять для исследования кислотности других растворов. Общее название природных пигментов флавоны, соответственно определяющие желтую, оранжевую, красную, синюю, фиолетовую окраску растений.

Антоцианы – это природные пигменты из группы флавоноидов.

Известно большое количество объектов, богатыми антоцианами. Это малина, клубника, земляника, вишня, слива, краснокочанная капуста, черный виноград, свекла, черника, голубика, клюква и многие другие.

Антоцианы придают фиолетовый, синий, коричневый, красный или оранжевый цвета плодам. Такое многообразие объясняется тем, что цвет изменяется в зависимости от баланса кислот и щелочей.

Строение антоцианов установлено в 1913 году немецким биохимиком Р.Вильштеттером. Первый химический синтез осуществлен в 1928 году английским химиком Р.Робинсоном. Антоцианы обладают хорошими индикаторными свойствами: в нейтральной среде приобретают пурпурную окраску, в кислой среде – красный цвет, в щелочной среде – зелено-желтый цвет.

Антоцианы очень часто определяют цвет лепестков, плодов и осенних листьев. Они обычно придают фиолетовую, синюю, коричневую, красную окраску. Растения с повышенной концентрацией антоцианов популярны в ландшафтном дизайне.

К сожалению, почти у всех природных индикаторов есть серьезный недостаток: их отвары довольно быстро портятся – скисают или плесневеют. Другой недостаток – слишком широкий интервал изменения цвета. При этом трудно или невозможно отличить, например, нейтральную среду от слабокислой или слабощелочную от сильнощелочной.

Индикаторы позволяют быстро и достаточно точно контролировать состав жидких сред, следить за изменением их состава или за протеканием химической реакции.

Поступая в организм человека с фруктами и овощами, антоцианы проявляют действие, схожее с витамином Р, они поддерживают нормальное состояние кровяного давления и сосудов, предупреждая внутренние кровоизлияния. Антоцианы требуются клеткам головного мозга, улучшают память.

Антоцианы – мощные антиоксиданты, которые сильнее в 50 раз витамина С. Многие исследования подтвердили пользу антоцианов для зрения. Наибольшая концентрация антоцианов содержится в чернике. Поэтому препараты, содержащие чернику, наиболее востребованы в медицине.

Так как антоцианы обладают хорошими индикаторными свойствами, то их можно применять как индикаторы для идентификации кислотной, щелочной или нейтральной среды, как в химии, так и в быту [4].

1.3 Кисотно-основные индикаторы. Водородный показатель.

Кисотно – основные индикаторы изменяют свой цвет в зависимости от концентрации ионов водорода (H)⁺ (рН раствора).

рН – водородный показатель, позволяющий оценивать кислотность среды. рН=7 – нейтральная среда, рН>7 –щелочная среда, рН< 7 –кислотная среда.

Чаще всего, для экспрессного измерения рН применяют универсальные индикаторы – смесь нескольких индивидуальных индикаторов, подобранных так, что их раствор поочередно меняет окраску при изменении кислотности раствора в широком диапазоне рН (например, от 1 до 12). Раствором универсального индикатора часто пропитывают полоски бумаги, что позволяет быстро (хотя и с не очень высокой точностью) определить рН анализируемого раствора, сравнивая окраску полоски, смоченной раствором, с эталонной цветовой шкалой. В таблице 1 представлены наиболее употребляемые химические индикаторы и их окраски в разных средах [5].

Таблица 1. Окраска некоторых индикаторов в разных средах

ОКРАСКА ИНДИКАТОРОВ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ			
индикаторы \ среда	кислая	нейтральная	щелочная
Лакмус	красный	фиолетовый	синий
Метилоранж	розовый	оранжевый	желтый
Фенолфталеин	бесцветный	бесцветный	малиновый
pH-водородный показатель	pH < 7	pH = 7	pH > 7

л а к м у с



p-р кислоты



p-р нейтральный



p-р щелочи

Тест-методы - это экспрессные, простые и дешевые приемы обнаружения и определения вещества на месте.

Одним из тест-средств служит индикаторная бумага, в частности, для определения pH среды (на основе кислотно-основных индикаторов).

На рисунке 2 представлена туба, содержащая тест-полоски универсальной индикаторной бумаги.



Рис. 2. Цветовая шкала для измерения pH растворов с помощью тест-полоски универсальной индикаторной бумаги

2. Экспериментальная часть

2.1. Реагенты и оборудование

1. Сок свежемороженых ягод клубники, вишни, клюквы, черной смородины (3 ягоды на 10 мл воды), а также сок свеклы.
2. Раствор уксусной кислоты, 9%
3. Раствор пищевой соды
4. Этиловый спирт
5. Мыло Palmolive
6. Зубная паста Colgate
7. Молоко «Белая долина», 3,2 %
8. Пузырьки стеклянные ёмкостью 10 мл
9. Стеклянная ёмкость для измельчения ягод
10. Тест-полоски универсального индикатора
11. Цветовая шкала для измерения рН с помощью универсального индикатора
12. Фотоаппарат

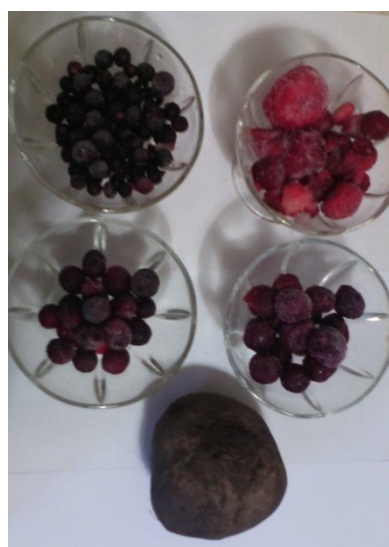


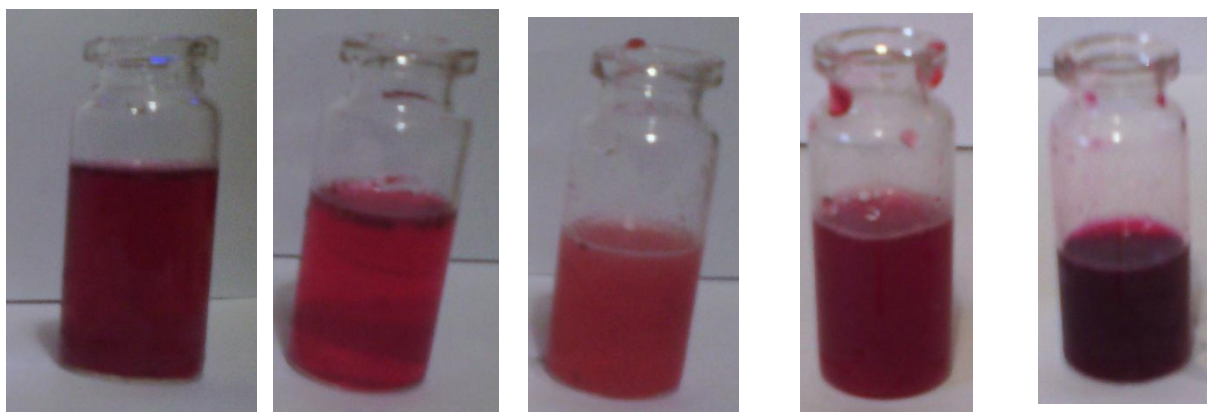
Рис. 3 Объекты исследования

2.2 Методика приготовления природных индикаторов

В качестве сырья для приготовления индикаторного раствора применялись соки свежемороженых ягод (клюквы, черной смородины, вишни, клубники) и сок свеклы. Ягоды размораживали при комнатной температуре, измельчали в стеклянной емкости, добавляли 10 мл воды (рисунки 4, 5). Свеклу очищали от кожуры и натирали на терке, добавляли 10 мл воды и далее применяли для тест-определения рН среды. Для увеличения срока годности полученных индикаторов добавляли этиловый спирт. Далее полученные растворы добавляли в растворы с разной кислотностью [6].



Рис. 4. Приготовление природного индикатора на примере ягод вишни



Черная смородина	Клюква	Клубника	Вишня	Свекла
------------------	--------	----------	-------	--------

Рис. 5. Растворы природных индикаторов

2.3 Тест-определение рН растворов с помощью универсальной индикаторной бумаги и природных индикаторов

Тест-методы - это экспрессные, простые и дешевые приемы обнаружения и определения вещества на месте. Они, как правило, не требуют сложных приемов подготовки пробы к анализу (например, разделения и концентрирования). При их использовании резко сокращается и во многих случаях отпадает необходимость в использовании дорогостоящего и сложного лабораторного оборудования и самих аналитических лабораторий.

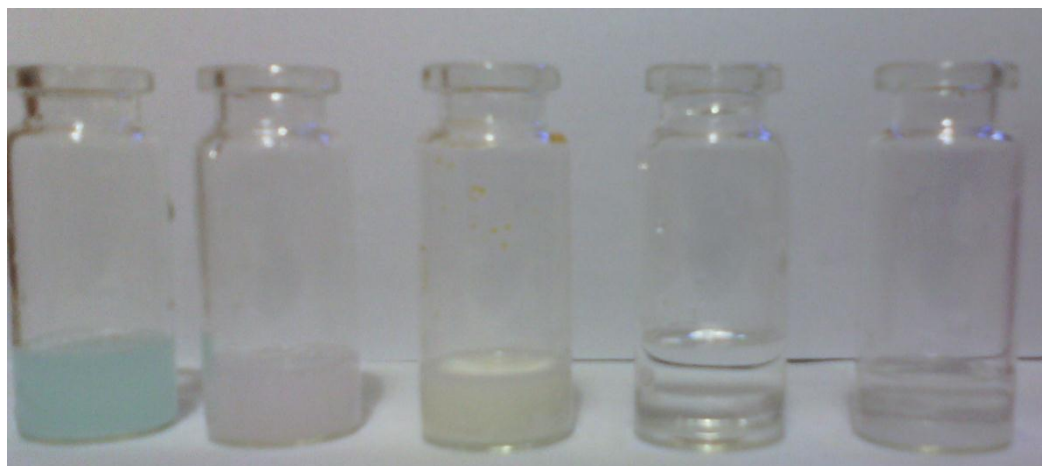
Тест-методы в большинстве случаев служат для оценки присутствия и содержания определенных компонентов в анализируемых образцах. Особое значение имеют тест-методы для анализа «на месте», вне лаборатории [7]. Одним из тест-средств служит индикаторная бумага, в частности для определения рН среды (на основе кислотно-основных индикаторов).

Исключительно велика роль рН в самых различных процессах, не только в технике, но и в природе. Свойства природных вод сильно зависят от их кислотности; растения могут нормально произрастать только при определенных значениях рН почвенного раствора. Известно, что многие растительные пигменты изменяют свой цвет в зависимости от кислотности среды

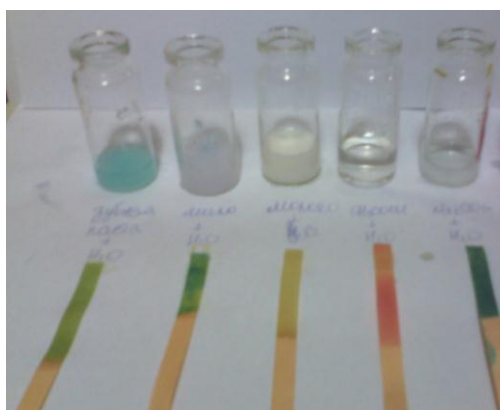
Нами показана возможность применения растворов природных индикаторов для тест-определения рН среды.

Первым этапом исследования явилось тест-определение кислотности среды с помощью универсальной индикаторной бумаги.

В одну из стеклянных ёмкостей, объемом 10 мл наливали раствор одного из полученных индикаторов (из сока клубники, вишни, черной смородины, клюквы и свеклы), во вторую емкость насыпали пищевую соду и добавили воды, в третью – раствор уксусной кислоты, в четвертую - раствор мыла Palmolive, в пятую – раствор зубной пасты Colgate, в шестую – молоко. Измеряли рН полученных растворов с помощью универсальной индикаторной бумаги (рисунок 6.)



Раствор	Раствор зубной пасты	Раствор мыла	Молоко, 3,2 %	Раствор уксусной кислоты, 9%	Раствор пищевой соды
pH	8	8-9	7	3	9



pH=8 8-9 7 3 9



Рис. 6. Измерение pH растворов уксусной кислоты, пищевой соды, мыла, зубной пасты и молока с помощью универсальной индикаторной бумаги

Как видно из рисунка 6 раствор соды пищевой имеет щелочную среду (pH = 9), раствор уксусной кислоты – кислую среду (pH= 3), растворы мыла,

зубной пасты – щелочную среду (pH (раствора мыла)=8-9, pH (раствора зубной пасты) =8) молока – нейтральную среду (pH (молока)=7).

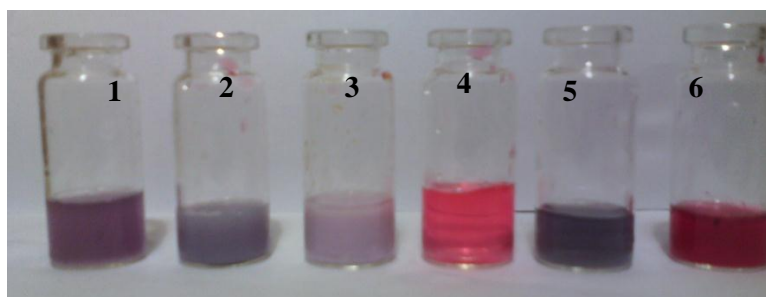
Вторым этапом исследования явилось тест-определение кислотности среды с помощью природных индикаторов.

Далее из первой емкости с индикатором добавляли раствор в остальные емкости с растворами, тщательно перемешивали (рисунок 7).

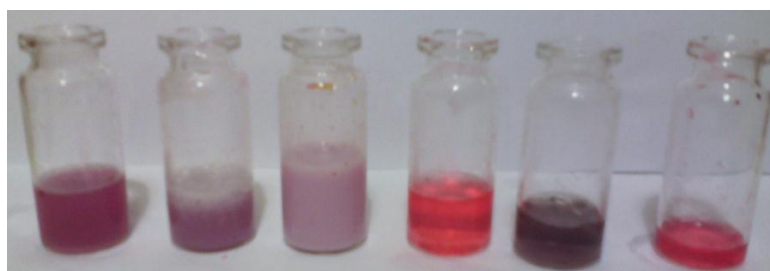


Рис. 7. . Тест-определение pH с помощью природных индикаторов

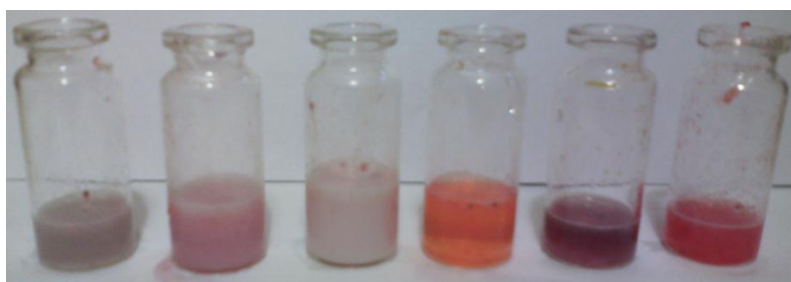
Результаты тест-определения pH исследуемых растворов представлены на рисунке 8.



Черная смородина



Клюква



Клубника



Вишня



Свекла

Рис.8. Тест-определение pH растворов зубной пасты (1), мыла (2), молока (3), растворов уксусной кислоты (4) и пищевой соды (5) с помощью природных индикаторов (6)

Как видно из рисунка 8 переход окраски: сине-фиолетовый (щелочная среда) – оранжево-красный (кислая среда).

Таким образом, раствор соды пищевой имеет щелочную среду ($pH > 7$), раствор уксусной кислоты – кислую среду ($pH < 7$), растворы мыла и зубной пасты – щелочную среду ($pH > 7$), молока – нейтральную среду ($pH = 7$).

Полученные данные pH согласуются с измерениями pH с помощью универсальной индикаторной бумаги.

Наилучшие результаты по контрастности получены с помощью индикатора на основе сока из черной смородины и вишни.

Данные исследования показали, что природные индикаторы на основе некоторых ягод и овощей, возможно, применять в качестве кислотно-основных индикаторов при измерении pH среды.

К сожалению, почти у всех природных индикаторов есть недостаток: они довольно быстро портятся, поэтому чаще используются более устойчивые спиртовые растворы. Преимуществом является то, что они экологически безопасны, их можно приготовить и применять в домашних условиях или на полевой практике.

Например, зная свойство свекольного сока, можно сделать цвет борща ярким. Для этого к борщу следует добавить немного столового уксуса или лимонной кислоты.

При переработке и хранении продуктов кислотность может изменяться. Так, кислотность капусты, огурцов, яблок и некоторых других овощей и плодов возрастает в процессе квашения в результате новообразования кислот. Кислотность теста увеличивается в процессе брожения, а кислотность молока - при изготовлении, например, кефира, сметаны, простокваши; при этом кисломолочные продукты отличаются новыми свойствами по сравнению с исходным сырьем. С помощью природных индикаторов можно следить за происходящим изменением pH.

Заключение

1. В результате нашей исследовательской работы получены кислотно – основные индикаторы из природного сырья (из соков свежемороженных ягод клубники, черной смородины, клюквы, вишни, а также из сока свеклы).
2. Показана возможность применения полученных индикаторов для определения рН растворов.
3. Установлено, что раствор соды пищевой имеет щелочную среду (рН=9), раствор уксусной кислоты – кислую среду (рН= 3), растворы мыла и зубной пасты – щелочную среду (рН (раствора мыла)=8-9, рН (раствора зубной пасты) =8), молоко – нейтральную среду (рН (молока) ~7))
4. Экспериментальным путем было доказано, что определение рН среды с помощью природных индикаторов согласуется с измерениями рН с помощью тест-полосок универсальной индикаторной бумаги.

Список литературы

1. Фестиваль педагогических идей «Открытый урок»
<http://festival.1september.ru/articles/534067/>.
2. Г.И.Штремплер. Домашняя лаборатория. (Химия на досуге). М., Просвещение, Учебная литература.- 1996.
3. Химия: Энциклопедия для детей.- М.: Аванта+, 2000.
4. Ветчинский К.М. Растительный индикатор. М.: Просвещение, 2002.
5. Рэмсен Э.Н. Начала современной химии. - Ленинград: Химия, 1989.
6. О. Ольгин. Опыты без взрывов. - М.:Химия, 1986. С.20-22.
7. Тест-методы химического анализа. <http://www.skachatreferat.ru/referaty>.