



ХИМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ КАК МЕТОД НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ МИРА В РОССИЙСКИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ XIX – XX ВВ.

Сергей Телешов, Елена Телешова
Санкт-Петербург, Россия

Абстракт

Химия как самостоятельный учебный предмет в Российской империи была внесена в учебный план реальных гимназий в 1864 г. (Пармёнов, 1963; Телешов, 2000). Тем не менее, ещё в 1794 г. в Горном училище А.М.Карамышев, ученик Карла Линнея, читал фактически первый курс химии средней школы. Первые же оригинальные учебники для школы появились в России в начале 19 века. Во всех этих книгах существенное внимание уделялось химическому эксперименту: как наблюдению, так и выполнению его. Попробуем и мы проследить, что же именно могли наблюдать, и что выполнять в урочное время ученики гимназий, училищ и кадетских корпусов в 19-начале 20 вв. Разумеется, мы рассматриваем этот вопрос в связи с его большим объёмом на ограниченном числе примеров, используя материалы школьных учебников и статей методического журнала. Вашему вниманию будут предложены учебные тексты в интервале 1886-1910 гг., до 1911 г. - до начала методической эпохи Верховского.

Ключевые слова: *общеобразовательная школа, химический эксперимент, non multa sed multum.*

Введение

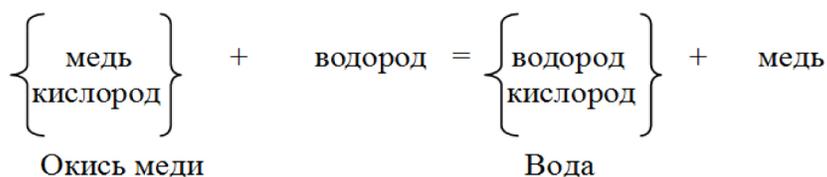
Эксперимент, как метод познания присутствовал в первых российских учебниках по химии и имел большое значение для обучения учащихся различных учебных заведений России (Щеглов Н.П., 1830; Гесс, 1834; Щеглов Н.Т., 1841). Использование химического эксперимента, в настоящее время, базируется на опыте его применения в 18-19 вв. Классические химические эксперименты были модифицированы учителями-новаторами. Иногда появлялись новые виды экспериментальных работ по химии. В качестве примера предлагаем рассмотреть работы по постановке школьного химического эксперимента - А.Н.Брюхоненко /1873-1967/, Н.С.Дрентельна /1855-1919/, Н.П.Нечаева /1841-1917/.

Эксперимент в учебнике Н.С.Дрентельна

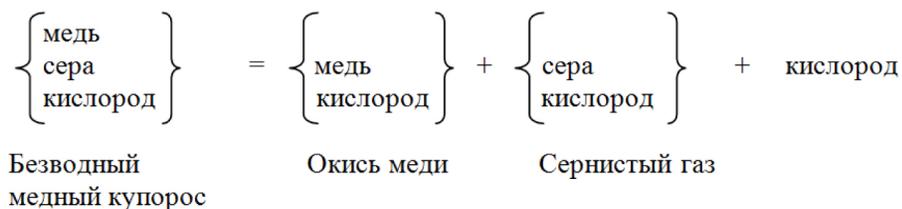
Эксперимент, как основа курса начальной химии Николая Сергеевича Дрентельна простой, доступный и безопасный для наблюдателей и исполнителей. Созданный им учебный текст (Дрентельн, 1886) может быть использован учителями, методистами и авторами учебников в настоящее время. Учебник написан простым и понятным языком. Сам Н.С. Дрентельн главное место в учебнике отводит производству опытов. Своим оппонентам, о недостатке времени на уроке, он кратко отвечает: *non multa sed multum*, - что явилось девизом его учебника. Его основной постулат гласит - «пусть изучим не многое, но то, что изучим, будем знать основательно».

Все важнейшие понятия химии рассматриваются на основе рассмотрения различных превращений, происходящих с соединениями меди. Автор представляет: свойства растворов, веществ, атомно-молекулярное учение и решает химические задачи. Главная нить его рассуждений возвращает ученика к превращениям, которые претерпевают различные соединения меди.

Сначала медный (синий) купорос превращается в безводный, затем безводный купорос нагревают в струе водорода и наблюдают образование меди. Медь нагревают на воздухе и получившуюся окалину обдают водой, затем добавляют серную кислоту, пол-чаю медный (синий) купорос. Одновременно исследуется роль воздуха и в ходе эксперимента выясняется наличие в нём кислорода. Доказывается, что окалина - это окись меди /современное - оксид меди (II) – Авт./ . Окись меди нагревают в струе водорода и на этом примере ученики знакомятся с понятием «химическая реакция», записывая уравнение реакции по форме:



Затем, ученики под руководством учителя приступают к изучению состава безводного медного купороса (сначала при его разложении в потоке водорода /С. 10/ их внимание было обращено только на получение меди, всё остальное характеризовалось как «нечто»). Теперь они узнают, что скрывалось за этим «нечто» /С. 44/, проводя нагревание безводного медного купороса при температуре яркочерного каления в отсутствие водорода:



После изучения количественных отношений с использованием элементов эксперимента по количественному анализу, знакомства с «Атомической гипотезой», весовых отношений элементов, ученики начинают использовать химические знаки для составления формул и равенств химических реакций /С. 113/. При этом знак элемента обозначает его весовое количество, поэтому уравнения и выглядят для нас непривычно:

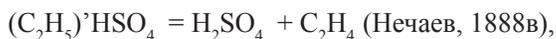
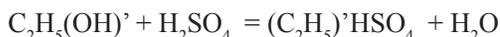


Эксперимент в методических учебниках

Николай Павлович Нечаев и его соавтор Николай Иванович Лавров /1836-1901/ подготовили оригинальный, и для нашего времени, «Методический учебник» по неорганической химии (Нечаев, 1888а), а также и «Методический учебник» по органической химии (Нечаев, 1888в). Учебник состоит из двух частей – А и Б. Часть А, учебника по органической химии, содержит классификацию, общие реакции и теоретические данные и представляет собой теоретическое описание предлагаемых к изучению веществ.

Часть Б - этого же учебника - содержит описание отдельных видов веществ, применение и фабрикаций /т.е. получение - Авт./ их. К этим двум учебникам прилагается книга – «Химические опыты» (Нечаев, 1888с), которая включает подробное описание эксперимента, как по неорганической, так и органической химии. Все эти учебники предусматривали возможность самостоятельного изучения химии. Отметим некоторые правила выполнения опытов, на которые обращает внимание Н.П. Нечаев: 1) соблюдать необычайную чистоту сосудов, приборов и рабочего места; 2) безусловно выполнять правила безопасного проведения опытов; 3) никогда не проводить несколько опытов одновременно (Нечаев, 1888с).

В части Б, учебника по органической химии, рассмотрены реакции лабораторного способа добывания этилена (маслородного газа), где приводятся только уравнения:



В книге «Химические опыты» описывается уже подробное выполнения этого опыта: перечисляются все приборы и приспособления, даётся рисунок, указываются пропорции реагентов и представляется технология (алгоритм) безопасного выполнения опыта.

Остановимся на процедуре выполнения этого эксперимента: «В колбу наливают 50 куб. сантиметров крепкого спирта, затем прибавляют по немного и осторожно взбалтывая, и охлаждая сосуд, - 100 куб. сантиметров концентрированной серной кислоты; причём для устранения во время нагревания подбрасывания в сосуде жидкости, насыпают в колбу белого песку /курсив наш – Авт./ настолько, чтобы образовалась густая масса. По весу вещества берутся так: 1 ч. спирта и 4 ч. кислоты. Нагревание производят медленно и осторожно» (Нечаев, 1888с, С. 157-158).

В этой же книге интересно представлено описание опыта по образованию альдегида из спирта: «Зажигают лампу /спиртовку - Авт./ и когда платиновая проволока, распо-ложенная сверху, накалится до-красна, тушат пламя; после чего будет происходить мед-ленное окисление спирта, причём образуется альдегид, имеющий ароматный запах; платиновая проволока будет оставаться раскалённой» (Нечаев, 1888с, С. 178).

Заслуживают внимания и проведение общих реакций белковых веществ (в современном курсе химии российской школы описаны только биуретовая и ксан-топротеиновая реакции), среди которых осаждение белков жёлтой и красной

красными солями из растворов их в уксусной кислоте в виде белых и жёлтых осадков; действие на белок сахарной воды с концентрированной серной кислотой, окрашивающих их сначала в красный, а затем в тёмно-фиолетовый цвет (Нечаев, 1888с, С. 219).

Не обойти стороной и описание классического для многих учебников химии 19 века опыта «химическая гармоника»: «Если надставить над пламенем водорода /проверенного на чистоту и горящего - Авт./ стеклянную трубку, открытую с обеих концов, и если *опускать её и поднимать медленно*, то в трубе появляется ряд непрерывных звуков, иногда очень сильных и различной высоты. высота и сила их зависит от диаметра и длины трубок; при длине трубки 1-1,5 метров, при диаметре 5 сантиметров, получается звук низкий, очень сильный и густой. При малых диаметрах трубок получают звук высокий и пронзительный. Если трубка будет подвинута быстро, то пламя потухнет. Дается и объяснение этого эффекта» (Нечаев, 1888с, С. 13-14; Нечаев, 1903, с. 14-15). Впервые, авторам статьи, встретилось описание химической гармоника в учебнике начала 19 в. - как изобретение графа А.А.Мусина-Пушкина (Щеглов, 1830).

В начале 20 в. выходит ещё один учебник Н.П.Нечаева. В нем приведены 118 рисунков по выполнению опытов. Все они сделаны рукой самого автора учебника (Нечаев, 1903).

Так, один из способов окисление меди, автор предлагает выполнить следующим образом: в чашку, наполненную раствором аммиака (Рис. 1) помещают цилиндр заполненный кислородом и стружками меди; жидкость постепенно принимает синий цвет и поднимается вверх. Модификация опыта по окислению меди выглядит следующим образом: медную монету нагревают, она постепенно окрашивается в жёлтый, пурпурный, фиолетовый и затем в чёрный цвета (Рис. 2). Погружая раскалённую монету быстро в воду, наблюдается появление тёмно-красного цвета, связанного с образованием на поверхности окиси меди (Cu_2O) (Нечаев, 1903, С. 221). Традиционный опыт по обугливанию сахара представлен так: на дно цилиндра насыпают 2 ложечки сахарной пудры (Рис. 3); затем приливают серной кислоты и перемешивают палочкой: происходит обугливание. К полужидкой чёрной массе прибавляют 3 ложки сахарной пудры, чтобы образовалось густое тесто. Произведя перемешивание, оставляют цилиндр в покое. Через некоторое время замечают следующие явления: вспучивание массы, выделение паров воды и, наконец, из сосуда выталкивается угольный цилиндр - в виде пористой ноздреватой массы (Нечаев, 1903, С. 80).

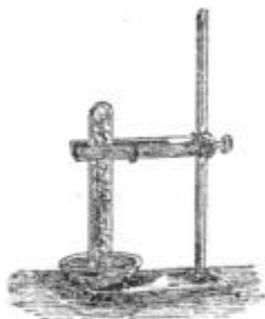


Рис. 1
Окисление меди
раствором аммиака

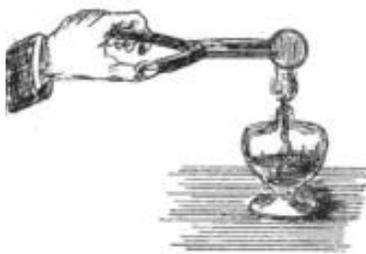


Рис. 2
Окисление меди
при нагревании

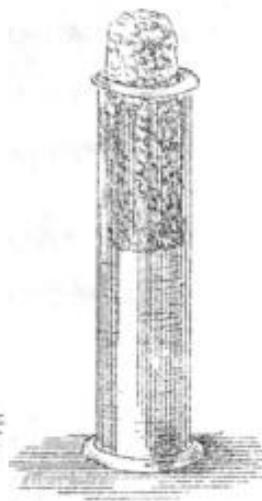


Рис. 3
Обугливание сахарной
пудры серной кислотой

Эксперименты Александра Брюхоненко

В конце 19 - начале 20 вв. начинают появляться методические журналы (их было тогда больше, чем стало 100 лет спустя). Всего два года (1909-1910) выходил в свет методический журнал «Естествоведение и наглядное обучение», но именно в нём впервые блеснул методический талант Александра Николаевича Брюхоненко, старейшего московского методиста. Он знакомил учителей с опытами, которые ещё не стали общеизвестными в учебной практике. Первое знакомство с опытами обычно происходило в Москве на заседаниях естественнонаучной комиссии отдела Распространения технических знаний /ОРТЗ/ или естественно-исторического отделения Педагогического Общества. А.Н.Брюхоненко лично, начиная с 1895 г. стал использовать в учебной практике средней школы некоторые университетские опыты, сделав их более простыми в эксперименте, а несколько новых опытов создал сам (Брюхоненко, 1910а).

В качестве примера - опыт по поглощению аммиака водой (фонтан).

Этапы опыта

В абсолютно сухую колбу объёмом 100-200 см³ вставляют пробку и через проделанное в ней отверстие выводят трубку длиной 15 см (диаметр трубки 5 мм). Кончик трубки длиной 5 см, находящийся внутри колбы, оттянут до диаметра в 1 мм. Наружная часть трубки имеет длину 5-8 см. В ступке растирают около 1 см³ хлорида аммония и добавляют к нему примерно двойное количество сухой порошковидной гашёной извести. Смесь всыпают в колбу, закрывают пробкой с упомянутой трубкой и осторожно переворачивают колбу дном вверх, так, что порошок смеси пересыпается в горло колбы к пробке, занимая примерно треть или четверть по длине горла колбы.

Кончик трубки должен при этом возвышаться над смесью на несколько сантиметров. После этого, удерживая колбу руками за шаровую часть и трубку, располагают её в наклонном состоянии над пламенем спиртовки. *Накаливать смесь не надо*, поэтому горло трубки держат вне пламени /Рис. 4/. Для равномерного нагревания колбу плавно поворачивают, чтобы вся смесь была прогрета. Следует постоянно следить, чтобы порошок не засорил отверстие в оттянутом конце трубки. Нагрев продолжается несколько минут и за это время, образующийся аммиак вытеснит весь воздух, находящийся в колбе. Прекратив нагревание и продолжая держать колбу дном вверх (вертикально) дают горлу колбы остыть до такой степени, чтобы его можно было держать рукой (если этого не сделать колба треснет при последующем попадании в неё воды).

Ещё тёплую колбу (сохраняя её вертикальное положение - дном вверх) устанавливают над ёмкостью с водой, так, чтобы трубка почти касалась дна этой ёмкости (чаши, стакана) /Рис. 5/. Вода вскоре начнёт подниматься по трубке (этому способствует остывание колбы). Когда же вода поднимется до верхнего отверстия трубки, то в ту же секунду первая капля воды поглощает весь аммиак, находящийся в колбе, и потому вода начинает стремительно бить фонтаном, с силой ударяя в дно колбы, пробивая даже слой воды уже наполнившей колбу. Через несколько секунд колба может быть заполнена водой на 0,9. Если полученную в колбе жидкость профильтровать, то получим прозрачный, хотя и не чистый нашатырный спирт.

Внимание! Нельзя брать колбу объёмом в 1 л и более - она будет раздавлена давлением при первой струе фонтана. Впервые этот опыт А.Н.Брюхоненко демонстрировал в 1901 г. (Брюхоненко, 1910в, С. 114-116).

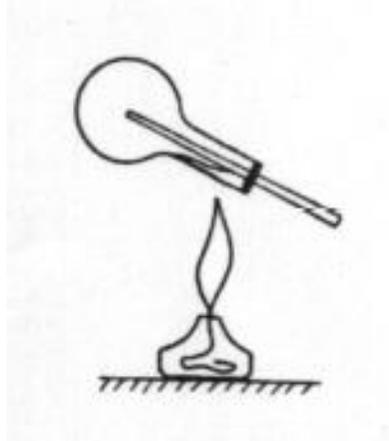


Рис. 4
Прогревание колбы,
заполненной смесью хлорида
аммония и гидроксида кальция

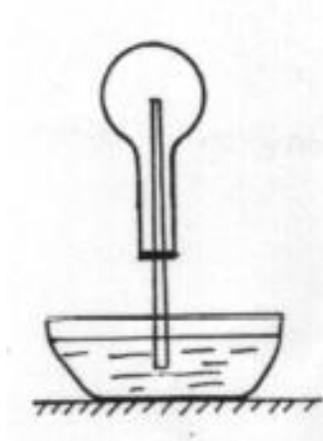


Рис. 5
Тёплая колба вертикально
помещается в ёмкость с водой

Опыт «Образование и извержение вулканов» впервые был подготовлен А.Н.Брюхоненко в 1897 г. на основе теории и лабораторной практики, а затем продемонстрирован в московском коммерческом училище. В этом опыте используется как безводный ацетат натрия так и кристаллогидрат. Готовится более или менее насыщенный раствор этой соли в таком количестве, чтобы заполнить им выбранную фарфоровую чашку (диаметр чашки может быть 5-20 см). Раствор

начинают выпаривать на пламени спиртовки или горелки. Через некоторое время, сгущающийся раствор покрывается твёрдой коркой, которую можно условно рассматривать в качестве первичной коры охлаждения на некогда расплавленном земном шаре. При дальнейшем нагревании эта кора даёт трещины, из которых вырывается водяные пары, при этом трещины вскоре как бы зарастают в результате образования на их месте новой твердеющей массы. В чашке диаметров 5-10 см обычно в около центра через некоторое время наблюдается прорыв коры круглой формы, 5 мм ширины – это начинает образовываться вулканический конус. При этом из прорыва с хлопотанием поднимается, как лава, расплавленная соль, растекаясь быстро во все стороны и застывая потоками в несколько сантиметров длиной. От этих натёков главным образом и формируется вулканический конус в 2-5 см высоты и 3-5 см в основании.

В зависимости от величины чашки действие «вулкана» может продолжаться до 30 минут. Уменьшая нагрев, мы можем замедлить это явление. При диаметре 15-20 см явление усложняется: одновременно и последовательно будут образовываться несколько «вулканчиков» различной высоты (от 2 до 5 см) и ширины с кратерами от 5 до 10 мм в диаметре. Некоторые «вулканчики» будут похожи на так называемые - фумаролы.

При этом удивительно, что когда первый «вулканчик» приостанавливает свою деятельность, в другом месте чашки возникает второй, а когда он прекратит извержение, снова раскупоривается первый и возобновляет свою деятельность. Таким образом, «вулканчики» работают попеременно несколько раз. Случается, что у подошвы какого-либо «вулканчика» появится трещина - тогда из неё тоже происходит изливание и образуется боковой конус. Потоки застывшей соли, излившейся из кратера «вулканчиков» удивительным образом напоминают аналогичные естественные потоки лавы, например, около вулкана Везувия.

Этот опыт (модель) - иллюзия реального вулканического извержения. Кратеры «вулканчика» могут закупориваться застывающей солью – так называемой, «лавой», но затем потухший «вулканчик», начинает функционировать снова. Извивающимися потоками вытекает «лава», водяной пар клубами вырывается из кратера, иногда даже со звуком «взрывами». Высота этих брызг велика и может достигать 50 см, а частицы белого или серого порошка, хорошо заметные на подложенной заранее под чашку синей бумаге. Диаметр распространения этого «вулканического пепла» достигает 70 см. Если рассмотреть эти пылинки под микроскопом, то можно увидеть, что своей оплавленной поверхностью они напоминают характерные контуры вулканических бомб.

По окончании опыта, после падения температуры, можно отломить вулканический конус и убедиться, что под «вулканчиком» образовалось пустота - гнездо, очевидно, ранее занятое водяным паром.

А.Н.Брюхоненко поясняет что с физико-химической точки зрения дело обстоит следующим образом: ацетат натрия при обыкновенной температуре образует трёхводный кристаллогидрат, который плавится при температуре + 58 С° ; при + 100 С° он теряет свою кристаллизационную воду, превращаясь в безводную соль. Безводная же соль плавится при + 319 С°, которая не достигается в условиях нашего опыта, т.к. опыт идёт при температуре кипения насыщенного раствора этой соли (чуть выше + 100 С°). При кипении этого раствора, с одной стороны, образуется водяной пар, создающий давление более 1 атм, а с другой стороны - при

выпаривании образуется безводная соль, которая при температуре опыта переходит в твёрдое состояние. Твёрдая безводная соль накапливается в поверхностном слое, т.к. удельный вес раствора больше, чем удельный вес безводной соли. В итоге поверх раствора образуется затвердевающая кора, сквозь которую местами прорываются водяные пары, образующиеся снизу под корой вследствие разложения кристаллогидрата при температуре выше ста градусов. Эти пары увлекают за собой насыщенный раствор, который выливаясь, быстро затвердевает - на поверхности температура меньше точки плавления насыщенного раствора (Брюхоненко, 1910с, С. 298-303).

Заключение

Обращаем внимание учителей, методистов и авторов, действующих и будущих учебников по химии или естествознанию на важность осуществления химического эксперимента при изучении химии. С одной стороны, это повышает мотивацию школьников при изучении данного предмета; с другой - изучение теоретического материала на основе эксперимента позволяет сделать изучаемый материал и доступным, и осознанным; кроме того, ученики приобретают умение постановки опытов, становятся внимательными и ответственными в период постановки опыта, научаются действиям. Вашему вниманию были предложены работы только трёх авторов. Эти и другие работы требуют детального изучения для использования в нашей повседневной учебной практике. Это наше общее методическое достояние в области химических знаний.

Литература

- Брюхоненко, А. Н. (1910а). К постановке демонстраций по естествознанию (несколько новых опытов). *Естествоведение и наглядное обучения, 1*, 45-52.
- Брюхоненко, А. Н. (1910б). К постановке демонстраций по естествознанию (несколько новых опытов). *Естествоведение и наглядное обучения, 2*, 114-116.
- Брюхоненко, А. Н. (1910с). К постановке демонстраций по естествознанию (несколько новых опытов). *Естествоведение и наглядное обучения, 3*, 298-308.
- Гесс, Г. И. (1834). *Основания чистой химии, сокращённые в пользу учебных заведений*. Санкт-Петербург.
- Дрентельн, Н. С. (1886). *Начальный учебник химии. Начала химии, изложенные на небольшом числе примеров*. Санкт-Петербург.
- Нечаев, Н. П., Лавров, Н. И. (1888а). *Методический учебник химии (неорганической). Ч. 1. Описание веществ. Реакции. Законы и теории (Сост. Нечаев Н.П.)*. Москва: издание книжного магазина В.Думнова.
- Нечаев, Н. П., Лавров, Н. И. (1888в). *Методический учебник химии. Органическая химия. Ч. 1. Классификации. Описание веществ (Сост. Лавров Н.И.)*. Москва: издание книжного магазина В.Думнова.
- Нечаев, Н. П., Лавров, Н. И. (1888с). *Методический учебник химии. Ч. 2. Химические опыты (Сост. Нечаев Н.П.)*. Москва: издание книжного магазина В.Думнова.
- Нечаев, Н. П. (1903). *Неорганическая химия. Интендантский курс*. Санкт-Петербург: тип. Тренке и Фрюсно.
- Нечаев, Н. П. (1910). *Начальная химия. С приложением практических работ для самостоятельных занятий*. Москва: издание книжного магазина В.Думнова.

Пармёнов, К. Д. (1963). *Химия как учебный предмет в дореволюционной и советской школе*. Москва: Просвещение.

Телешов, С. В. (2000). *От истоков до устья. Ч. 1*. Санкт-Петербург, 2000.

Щеглов, Н. Т. (1841). *Химия*. Санкт-Петербург.

Щеглов, Н. П. (1830). *Начальные основания химии. Указатель открытий по физике, химии, естественной истории и технологии*. Санкт-Петербург, Т. 7, Ч. 2.

Summary

CHEMICAL EXPERIMENT AS METHOD OF SCIENTIFIC KNOWLEDGE OF THE WORLD OF THE RUSSIAN EDUCATIONAL INSTITUTIONS XIX-XX OF CENTURIES

Sergei V. Teleshov, Elena V. Teleshova

Saint Petersburg, Russia

The chemistry as an independent subject in the Russian Empire was brought into the curriculum of real gymnasiums in 1864 (Parmyonov, 1963; Teleshov, 2000). Nevertheless, in 1794 in Mountain school A. M. Karamyshev, Karl Linney's pupil, gave actually the first course of chemistry in high school. It is quite natural that the very first textbooks of chemistry in Russia were in the German and French languages. Then the time of translated textbooks came. The first original textbooks for school appeared in Russia at the beginning of the 19th century. In all these books the essential attention was paid to chemical experiment: both to supervision, and its performance. Also, we will try to track that could observe and what to carry out in fixed time pupils of gymnasiums, schools and military schools at 19 beginning of 20 centuries. Certainly, we consider this question in connection with its large volume on a limited number of examples, using materials of school textbooks and articles in the methodical magazine. Educational texts in the range of 1886-1910, till 1911 - prior to the beginning of a methodical era of V. Verkhovsky will be brought to your attention.

Key words: secondary school, chemical experiment, non multa sed multum.

Received 26 June 2015; Accepted 19 December 2015



Sergej Teleshov

Teacher, State school № 635, St. Petersburg, Russia.

E-mail: histmetodik@mail.ru



Elena Teleshova

St. Petersburg, Russia.

E-mail: histmetodik@mail.ru