

History of Education: Bulgarian Educational Tradition
История на образованието: българската образователна традиция

УЧИЛИЩНАТА ХИМИЧЕСКА ЛАБОРАТОРИЯ: ПОЛУЧАВАНЕ НА КИСЛОРОД

Б. В. Тошев

Софийски университет „Св. Климент Охридски“

Резюме. Само реалният химически експеримент в клас може да мотивира учениците да учат химия. В това отношение България има богата образователна традиция, която днес е напълно забравена. Тази статия показва как може да се произвежда кислород в училищна лаборатория. Инструкциите за това са дадени от Филип Бурмев през 1939 г.

Keywords: school experiment; school laboratory; oxygen production

Увод

Тревогата, че интересът на учениците към училищната химия намалява, отдавна се споделя от учителите и академичната химическа общност. Световните проявления на това явление също отдавна са известни.

Училищната химия е трудна за учениците. Учебната документация – учебници и нормативни документи, е изградена чрез една невъобразима смесица от три учебни подхода: макроскопски, микроскопски и семиоти-чен. Това смесване на подходи започва от най-ранните етапи на българско-то химическо образование, за да продължи през целия курс на средното общо училище.

Чрез макроскопския подход се описват явленията и процесите в реалния свят – този свят, който през цялото си съществуване изглежда постоянен. В продължение на милиони години никакви съществени промени в него не са настъпили. Този подход изобщо е труден за учениците, защото описанието на въпросните процеси и явления става с използване на математически методи, някои от които не могат да останат на полето на елементарната математика.

Паралелно на реалния свят съществува и въображаем свят – светът на науката. В него пък са химическите системи и чрез физични модели за тях се създават теории, които трябва да обяснят закономерностите, на които се подчиняват процесите и явленията в реалния свят. Въображаемият свят на науката е много изменчив – създават се нови модели, с което се увеличават границите на приложимост на получените по-рано природни закони; когато създадените теории покажат несъответствие с експерименталните факти, те се изоставят и на тяхно място идват нови теории; научните термини и понятия търпят непрекъсната еволюция.

В областта на обучението основната задача на средното образование е да даде на учениците пълна и вярна физическа картина на света. Това е информация, която учениците трябва да запазят през целия си живот. След завършване на гимназията повечето от учениците няма да имат други срещи с природните науки. Затова какво се случва във въображаемия свят на науката, на учениците трябва да се представя с голяма пестеливост. Информационният баласт е бич, с който и учители, и ученици трябва да се борят. Точно това не се случва в българското училище. Прекъснатият строеж на веществото се изучава във всички класове на училището без съобразяване с възрастовите способности на учениците да усвояват и разбират информация от теоретично естество. При това изучаваният материал е от класическата квантова химия на Ръдърфорд – Бор, макар че новата квантова химия се отказва от много от старите си представи. Учениците се задължават да заучават схоластични схеми, а уравнението на Шрьодингер, което е в основата им, остава непознато за тях.

Химическата символика също се изучава от най-ранните етапи на природонаучното образование в България. При това семиотичният подход не се ограничава до записването на простите химични уравнения, а се достига до механизми и други сложни представи на химичната динамика. В същото време, основополагащи въпроси на химията, като ролята на ентропийния фактор при определяне посоката на химичните процеси или представата за флуктуационната им природа, която дава живот на уравнението на Арениус в химичната кинетика, остават неразгледани и неизяснени.

В контраст, старата българска училищна химия от времето преди 80 и повече години е изградена върху други принципи. Учениците от гимназиите получават ясна представа за реакциите, в които участват основните химични елементи, с акцент върху приложенията им в живота, бита, индустрията и занаятите. Теоретичните обобщения са в малко количество и са оставени главно в последния VIII (сега XII) клас на гимназията.

Химичните опити пред учениците и опитите с тяхно участие са в основното съдържание на всеки учебник по химия. Учебниците започват с опит № 1 и завършват с някакъв последен номер опит в края на учебната година (Toshev, 1999a). Методичните учебници и ръководство за учители са построени върху предметното обучение в ранните етапи на природознанието и върху учебно-изследователския подход (вариант на днешния конструктивизъм (Toshev, 2012)) в гимназиалното обучение по химия (Toshev, 1999b).

Учителите по химия в тези далечни години са владеели до съвършенство работата в училищната химична лаборатория – те специално са били подготвени за това. България разполага с отличен пълен учебник ръководство за практическите упражнения по химия в учителските институти и средните училища (Бугнев, 1939).

В настоящата статия са показани опитите, с които учителите се започвали урока за кислорода, и са показани начините за получаване на кислород пред учениците в училищната лаборатория (Burmey, 1939).

Общо за кислорода

Хлорофилните растения, изложени на слънчева светлина, разлагат въглеродния диоксид от въздуха и отделят кислород. В един цилиндър с прясна чешмяна вода или още по-хубаво с такава, в която е вкаран въглероден диоксид чрез прибавка на содена вода или пък малко сода и оцет, сложете повечко пресни клончета от зелени растения, като например от водна чума *Elodea Canadensis*, от рооголистник *Ceratophyllum* или пък от *Myriophyllum*, захлупете ги с една голяма късотръжва фуния, тесният отвор на която стои потопен във водата и да влиза в една епруветка, пълна с вода, и след това изнесете уреда на слънце, поставете го за усиляване на светлинното действие върху един лист бяла хартия и вижте газовите мехурчета, които се издигат от поставените във водата растения. Когато епруветката се напълни с газ, извадете я от ваната и внесете в нея тлееща треска.

Поставете уреда (фиг. 1) на сянка или пък го засенчете с ръка – асимилацията значително ще отслабне и ще получите съвсем малко кислород. Занесете уреда на тъмно – асимилацията съвсем ще спре и вече няма да се получава никакъв кислород.

Ако продължите опита по-дълго време, отделянето на кислорода ще почне постепенно да намалява и най-сетне ще спре, но щом добавите във водата въглероден диоксид чрез наливане на малко содена вода, отделянето на кислород отново ще започне. Ако поставите клончетата от водната чума в дестилирана вода, която не съдържа въглероден диоксид, отделяне на кислород няма.

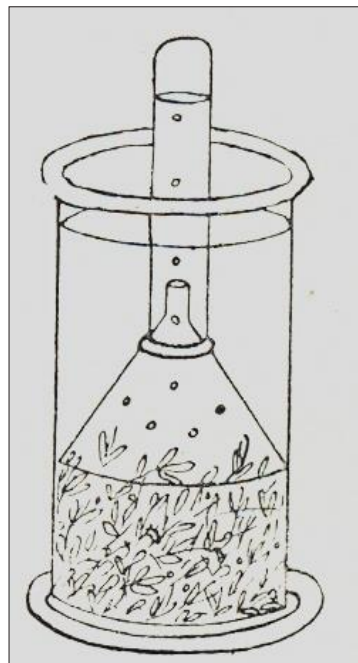
Получаване на кислород в клас

Чрез разлагане на вода с галваничен ток

Ако върху вода или на разтвор на натриев хидроксид се действа с галваничен ток, веднага се забелязва отделяне на кислород.

От червения живачен оксид при загряване

Нажежете в епруветка от мъчнотопимо стъкло един напръстник червен живачен оксид



Фигура 1. Растенията разлагат въглеродния диоксид с отделяне на кислород

– Hydrargyrum oxydatum rubrum, вижте промяната на цвета му и внесете в епруветката тлееща треска. Изстържете на една хартия малко от полепналото по студената част на епруветката сиво вещество и вижте какво е то. Оставете останалия в епруветката неразложен живачен оксид да изстине, и вижте цвета му.

Този опит не е подходящ за добиване на голямо количество кислород, защото живачният оксид се разлага при доста висока температура и дава сравнително малко кислород – от 10 г живачен оксид се получава само 518 см³ кислород.

От пирулизит при силно нагриване

Сипете в една епруветка от мъчнотопимо стъкло около 4 – 5 г стрит на прах пирулизит (MnO₂), след това я загрейте силно и внесете в нея тлееща треска – тя ще се разгори буйно.

От калиев нитрат чрез нажежаване

Напълнете една епруветка от мъчнотопимо стъкло до 1/5 със стрит на прах калиев нитрат и я загрейте, додето веществото се разтопи и започне да отделя газови мехурчета. След като това продължи повече време, внесете в епруветката близо до повърхността на разтопения нитрат тлееща треска – тя ще пламне.



От калиев перманганат при загреване

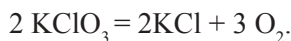
Загрейте слабо в една суха епруветка едмо можно връхче калиев перманганат KMnO₄ и внесете в нея тлееща треска – така се получава кислород в малко количество.



За да получите кислород в голямо количество, загрейте в една малка реторта от около 100 – 200 см³ 50 г калиев перманганат и уловете получения газ в стъклени цилиндри над вода. От 50 г калиев перманганат се получават около 4 л кислород, оцветен слабо мораво. Този начин на добиване на кислород има това предимство, че отделянето на газа става равномерно и съвсем безопасно.

От бертолетова сол

Загрейте в една епруветка едно ножено връхче (около 0.5 – 1 г) калиев хлорат, KClO₃, докато се разтопи и започне да отделя мехурчета, и след това внесете в нея тлееща треска, но без да я допирате до разтопеното вещество – треската ще пламне.



Освен чрез загревяне кислород може да се получи от KClO_3 и в присъствието на подходящ катализатор – пиролизит, железен оксид, кремъчен пясък. Така разлагането на бертолетовата сол ще става по-равномерно и при много по-ниска температура.

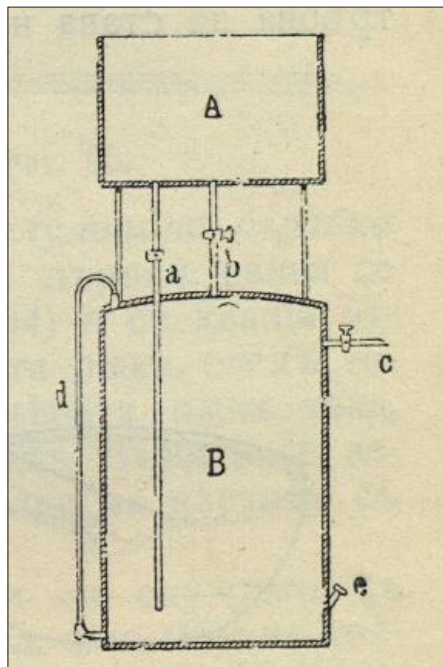
Загрейте в една епруветка около 1 г калиев хлорат, докато се стопи, но се забелязва, че от стопилката кислород не се отделя. Ако обаче там се добави малко стрит на прах пиролизит, отделянето на кислорода ще почне веднага.

По този метод може да се получат големи количества кислород, с който ще може да се напълни газометърът (фиг. 2) – така учителят ще има кислород, с който ще могат да се извършат всички опити върху свойствата на кислорода.

Газометърът е уред за събиране на газове, който се състои от два съда А и В, поставени един над друг, които се съобщават помежду си с помощта на две тръбички с канелки **a** и **b**. Тези канелки се отварят и се налива в съда А вода, докато и двата съда А и В хубаво се напълнят. После канелките **a** и **b** се затварят, под тубуса се поставя една кофа, отваря се и там се вкарва краят на газодовеждащата тръба. Щом повърхността на водата дойде 2 – 3 см близо до отвора, газодовеждащата тръба се изважда и тубусът се затваря. Точенето на газовете става, като се напълни съдът А с вода и се отворят канелките **a** и **c**. Като се отворят канелките **a** и **b**, съдът може да се използва като пневматична вана за пълнене на стъклени цилиндри с газ.

Сипете в една епруветка смес от една чаена лъжичка калиев хлорат и $\frac{1}{2}$ чаена лъжичка стрит на прах пиролизит, снабдете я с една изкривена под тъп ъгъл газоотводна тръбичка, след това я закрепете на статива хоризонтално, като я поизтърсите малко, за да се образува в горната ѝ част един канал за свободно излизане на газовете, и накрая я загрейте – отделящия се газ уловете в стъклени цилиндри под вода.

Ако имате нужда от по-голямо количество газ, загрейте една реторта, а ако веществата са достатъчно сухи, вместо реторта използвайте конусовидна стъкленница, снабдена с широка газоотводна тръба. Поставените вещества



Фигура 2. Газометър

включват 20 г чист дребнокристален или праховиден калиев хлорат и 10 г стрит на прах пиролизит. От 20 г калиев хлорат се получават 5478 см³ кислород. Полученият газ не е съвсем безцветен поради увлечените с него малки частици бертолетова сол. Често газът има и хлорна миризма. Ако искате да отстраните миризмата на хлор, прекарайте газа през промивна съкленица с разреден разтвор на натриев хидроксид. Изстиналата в ретортата смес от KCl и MnO₂ обработете с топла вода – неразтворения пиролизит отделете от разтвора на калиевия хлорид чрез филтруване, изсушете го и го запазете за нова употреба.

Предпазни мерки при опитите с KClO₃

Бертолетовата сол и пиролизитът трябва да бъдат съвършено чисти, да не съдържат никакви органични вещества, като например парченца хартия, дървени въгленчета, дървени стърготини, защото иначе приготвената от тях смес при загряване може да експлодира. За проверка на чистотата на веществата най-добре е да се пригответи от тях смес от по едно ножено връхче и да се загрее в някое желязно блюдо или в желязна лъжичка – ако сместа не избухва и не се разлага много буйно, а само се разпенва спокойно, тогава тази смес е годна за употреба. Смесването на хлората и пиролизита трябва да става на гланцпапир с пръсти и никога в порцеланова стривачка с чукче. Загряването на сместа трябва да става отначало бавно, а сетне по-силно, докато започне отделянето на газ – после нагряването отново трябва да се намали. Внимателно трябва да се следи отделянето на кислорода – при буйно отделяне на газ спиртната лампа трябва веднага да се отстрани, а при отслабване на газовия ток загряването трябва да се поднови, но не на същото, а на друго съседно място. Щом спре отделянето на газ, веднага трябва да се отстрани спиртната лампа и да се откачи газоотводната тръба от горещата стъкленница – ако това не се направи своевременно, водата ще се качи в нея и ще я спуква.

Работата с повече от 100 г калиев хлорат наведнъж не е за препоръчване.

Заклучение

В тази статия е използвана книгата на Филип Бурмев от 1939 г. (Burmев, 1939). Всъщност това е петото подобро и допълнено издание на неговото ръководство. Първото издание на тази книга е от 1927 г.

Филип Бурмев (1870 – 1953) е от гр. Прилеп. Според официалните университетски документи той е роден на 10 септември 1870 г. и е завършил специалността „Химия“ в Софийския университет в края на учебната 1895/1896 г. Първата му химическа книга – „Наръчник по неорганична химия“, е издадена през 1901 г.



Фигура 3. Филип Бурмев: парцел № 34 на Централните софийски гробища

За жалост, Филип Бурмев – този именит учител и химик, в днешна България, а и в родния му град Прилеп е напълно забравен. Никъде не може да се намери негов портрет. Но аз знаех, че той е завършил живота си в София. Затова отидох в Софийското централно гробище да потърся неговия гроб. Намерих го в парцел № 34. Очаквах да видя един занемарен гроб. Видях един добре поддържан гроб (фиг. 3) – неговите потомци и роднини очевидно тачат паметта и са горди с професията на своя дядо и прадядо. Затова на надгробния паметник има списък на починалите хора от фамилията Бурмеви, оглавяван от Филип Бурмев, под името на когото само за него е написана професията му – химик!

REFERENCES

- Burmev, F. (1939). *Rakovodstvo za prakticheski uprazhnenia po khimiya za uchitelskite institute i srednite uchilishta*. Stara Zagora: Svetlina [In Bulgarian].
- Toshev, B.V. (1999a). Khimicheskata knizhnina v Carstvo Balgaria: 1. uchebnici za balgarskoto uchilishte. *Chemistry*, 8, 307 – 316 [In Bulgarian].
- Toshev, B.V. (1999b). Khimicheskata knizhnina v Carstvo Balgaria: 2. uchebnici i uchebni pomagala po metodika na obuchenieto po khimiya. *Chemistry*, 8, 317 – 322 [In Bulgarian].

Toshev, B.V. (2012). Constructivism: theory and practice. *Chemistry*, 21, 463 – 468 [In Bulgarian].

SCHOOL CHEMISTRY LABORATORY: OXYGEN PRODUCTION

Abstract. Only a real chemical experiment in class can motivate students to study chemistry willingly. In this respect, Bulgaria has a rich educational tradition, which today is completely forgotten. This article shows how oxygen can be produced in a school laboratory. The instructions for this were given by Filip Burmev in 1939.

✉ **Prof. B.V. Toshev**

University of Sofia

1, James Bourchier Blvd.

1164 Sofia, Bulgaria

E-mail: toshev@chem.uni-sofia.bg