

КОНЦЕПТУАЛНА СХЕМА НА УЧИЛИЩНИЯ КУРС ПО ХИМИЯ – МАКРОСКОПСКИ ПОДХОД

Б. В. Тошев

*Българско дружество за химическо образование
и история и философия на химията*

Резюме. Тази статия се застъпва за една възможна схема за йерархично въвеждане на основните понятия и термини в училищния курс по химия в рамките на макроскопския методологичен подход. Тази схема е в съответствие със старата българска традиция в преподаването на химия в гимназиите. Предлага се модерните идеи за строежа на веществото и химичните реакции да бъдат изоставени за втората степен на средното образование – XI и XII клас.

Keywords: macroscopic, microscopic and symbolic domains in chemistry, basic concepts and terms, misconceptions, chemical equilibrium

Увод

Сред учениците химията винаги е била преценявана като трудна учебна дисциплина. За това има обективни и субективни причини. Трудното в химията е в необходимостта ученикът едновременно да съобразява какво се случва в три абстрактни области – в макросвета, в микросвета и в света на символите и знаците (Talanquer, 2011). Ученикът е във възраст, когато комбинирането на тези подходи: макроскопския – с формалното описание на протичането на химичните реакции, което изисква математически познания, микроскопския – с разсъждения за микрообекти, които са толкова малки, че никой не е виждал как изглеждат в реалността освен в света на квантовата физика, която се гради върху едно уравнение – това на Шрьодингер, което учениците не познават, и семиотичния – който е също толкова абстрактен, колкото и другите два подхода. Успех могат да имат учениците с култивирано аналитично мислене, но дори сред възрастните хората, които го притежават, са малцинство.

Субективните причини трябва да се търсят в качеството на учебната документация – стандартите за учебно съдържание, учебните програми и учебниците. Българските учебници по химия са с голям информационен баласт и ненужно теоретизиране и въпреки това дават ограничена представа за предмета без разкриване на общото в законите, които управляват света, без поглед към историята

и философията на науката, който би разкрил пътя, по който се развива научното дирене, без подчертаване на културните и социалните аспекти на науката, без което ученикът няма да култивира нужното уважение към науката в нейната цялост и няма да почувства, че науката е уникално човешко достижение, което е в основата на човешката цивилизация. Магията в химията е реалният химичен експеримент – той единствен може да анагажира вниманието на учениците към предмета. Днес в реализацията на учебните програми в училище химичният експеримент в учебната химична лаборатория практически отсъства напълно.

Задачата на тази статия е да представи една непротиворечива концептуална схема на училищния курс по химия в рамките единствено на макроскопския подход. На основата на тази схема би трябвало в премерена комбинация със семиотичния подход да се развие химията в основния етап на гимназиалното образование – VIII–X клас, с възстановяване на водещата позиция на химичния експеримент в учебната практика. Мястото на микроскопския подход в химията с подходящо представяне и на уравнението на Шрьодингер е във втория етап на гимназиалното образование – XI и XII клас, където нужните теоретични обобщения намират своята естествена среда. Такава е и българската химическа образователна традиция, която е показала своите достойнства в училищната практика в дълъг период от време чак до 1947 г. Краткият исторически преглед е обект на следващия раздел на настоящата статия.

Кратък исторически преглед

Приложението на макроскопския подход към учебното съдържание по химия за средното училище може да се проследи чрез издадените във времето на Царство България (1878–1946) учебници (Toshev, 1999a) и чрез преглед на дискусиите върху гимназиалните учебни програми и планове, публикувани в този период в специализираната литература (Toshev, 1998; 1999b).

Изучаването на химията в българското училище е започвало в трети прогимназиален клас (сега VII клас) при следното методично разпределение на учебния материал (Огнянов & Илиев, 1940): Тяло, вещество и свойства на веществото; Въздух и състав на въздуха; Кислород; Промени на металите във въздуха; Физични и химични явления; Окисляване, окиси¹⁾ и горене; Кислородът и азотът в природата; Вода, природна вода, пречистване на водата; Разлагане на водата, водород – прости и сложни вещества; Въглерод, въглища, въглероден двуокис,²⁾ въглероден окис,³⁾ дишане, откисляване;⁴⁾ Амоняк; Сяра, серен двуокис,⁵⁾ сероводород, сярна киселина; Хлор, хлороводород, солна киселина, нишадър; Задушливи газове, фосфор; Силиций, силициев двуокис;⁶⁾ Натрий и калий, готварска сол, натриева основа;⁷⁾ Натриев и калиев нитрат, натриев карбонат; Калций, калциев карбонат; Негасена

и гасена вар, хоросан и цимент; Гипс, минерални торове; Въглеродни съединения, въгледороди, метан, ацетилен; Земно масло, бензин, петрол; Обикновена захар, гроздова захар; Нишесте, целулоза; Спирт, спиртна ферментация; Оцет, оцетна киселина; Мазнини, сапун, белтъчини.⁹⁾

Това е програма на пълен начален курс по химия, построен изцяло на основата на макроскопския подход, със силна позиция на учебния химичен експеримент, с акцент върху приложната страна на химията в обществото и стопанството, практически без никакво теоретизиране, с пълно съобразяване с възрастовите особености на учениците (13–14-годишни) и с подчертано усилие за съобразяване на курса с образователната цел на този тип образование, дефинирана чрез Закона за народното просвещение (Славчев & Марков, 1940): прогимназията е горен курс на основното училище, което има за цел да положи основите на една хармонично развита личност, годна да стане полезен член на обществото, и да даде нужните й познания за по-нататъшно общо и специално образование.

Системното изучаване на химията по раздели продължава в гимназиалното образование и то се осъществява в следния ред: в първия учебен срок на IV клас (днес VIII клас) се изучават неметалите с халогенната група, а във втория учебен срок – пак неметалите с кислородната, азотната и въглеродната група; в първия учебен срок на V клас (днес IX клас) се изучават металите върху примерите на алкалната група, алкалоземните метали и магнезиевата група, а във втория учебен срок на този клас е ред на останалите метали. Шестите и седмите класове (днес X и XI клас) са посветени изцяло на органичната химия: в първия учебен срок на VI клас – мастни съединения, а във втория срок – алкохоли, алдехиди, кетони, въглехидрати, мастни киселини, мазнини и сапуни, амини и аминокиселини; в първия учебен срок на VII клас – ароматни съединения, а във втория учебен срок се разглеждат някои по-сложни органични съединения като нафталин, антрацен, пиридин, алкалоиди, терпентиново масло, каучук, цианови съединения.

Последният, осми клас (днес XII клас) е времето, когато ученикът, подобно на ученика в III клас, трябва да получи представа за химията в нейната цялост, но вече на друго ниво, с елементи от микроскопския и семиотичния подход. Методичното разпределение на учебния материал по химия в този последен клас на гимназията (с който по същество завършва втората степен на гимназиалното образование⁹⁾) изглежда по следния начин: Периоди в развитието на химията; Вещество и енергия, прости и сложни вещества (елементи, съединения и смеси), видове химични реакции; Химична енергия и основи на термохимията; Закони на химията: на Лавоазие, на Пруст, на Далтон, на Гей-Люсак; Атомно-молекулна теория (строеж на атома); Атомни и молекулни тегла: хипотеза на Авогадро и определяне на атомните и молекулните тегла; Химични означения: знаци, формули, равенства, изчисле-

ния, валентност, видове формули, радикали; Периодична система на химичните елементи; Разпространение на химичните елементи; Получаване на химичните елементи: неметали и метали; Физични и химични свойства на неметалите и металите; Употреба и значение на химичните елементи; Разтвори: теория на разтворите, електролиза, електролитна дисоциация, хидролиза, колоидни разтвори; Окисляване, окиси,¹⁾ откисляване,⁴⁾ откислители,¹¹⁾ Неметали, амфотерни и метални окиси¹⁾ и хидрати; Безкислородни киселини; Соли, видове соли, закон на Белтоле, закон за действие на масите; Бертолетовият закон от йонно гледище; Общи свойства на солите; Свойства на хлоридите, сулфидите, сулфатите, сулфитите, нитратите, фосфатите, карбонатите и силикатите; Органична химия: въглеродни вериги, видове въглеродни атоми; Хомология, хомоложни редове и хомоложни съединения; C_nH_{2n+2} , C_nH_{2n} , C_nH_{2n-2} , бензолони, нафталинови, антраценови и хидроароматни въглеводороди; Изомерия и структура; Халогенни и хидроксилни производни на C_nH_{2n+2} , същото и за бензола;¹²⁾ Масни алдехиди и кетони; Въглехидрати: моно-, ди- и полизахариди; Органични киселини; Нитро- и амидопроизводни; Фотохимични процеси, катализа.

С реализацията на така определения пълен училищен курс по химия се смята, че основната цел на средното образование (върху примера на конкретен учебен предмет) е постигната: средните училища имат за цел да завършат физическото и душевното развитие на учещите се в тях, като им дадат необходимите познания и сръчности, общо и гражданско възпитание, които са им необходими за самостоятелна дейност в живота и за следване във висши учебни заведения (Славчев & Марков, 1940).

Предвидените часове за реализацията на този пълен училищен курс по химия винаги са смятани от учители и специалисти за недостатъчни (Toshev, 1998). Таблица 1 показва какво е седмичното разпределение на часовете по основните природни дисциплини химия, физика и биология¹³⁾ в реалните гимназии¹⁴⁾ (Stefanov, 1924). Броят и видът на изучаваните учебни дисциплини в гимназиалното образование е определен законово и затова са полагани усилия всички те да имат оптимален за пълноценната им реализация седмичен брой часове. Ето тези задължителни учебни дисциплини (Славчев & Марков, 1940): религия с история на българската църква; български език и литература; психология, логика и етика; руски език; един от новите езици (френски, немски, английски или италиански), българска и обща история; отечествена и обща география; гражданско учение с политическа икономика; математика (алгебра, планиметрия, стереометрия, тригонометрия); дескриптивна геометрия с чертане (само в мъжките гимназии); физика; химия с газова отбрана; естествена история; хигиена; рисуване; пеене и музика; телесно възпитание; ръкоделие и ръчна работа; домакинство с майчинство и възпитание (само за девизи). Незадължителните учебни дисциплини са: стенография и машинопис.

Таблица 1. Седмично разпределение на часовете
за основните природни дисциплини

Предмет	IV	V	VI	VII	VIII
Химия	3	2	2	2	2
Физика	-	-	3	3	4
Естествена история с хигиена	3	3	2	2	2

Важно е да се отбележи, че в тези години изучаването на природните дисциплини започва още в първия клас на прогимназията (сега V клас) и завършва в последния трети клас (сега VII клас), но в рамките на модулен учебен предмет, озаглавен „Естествена история, физика, химия с обща хигиена“ със седмично разпределение на часовете за I – III клас, съответно: 3, 4, 3 (Stefanov, 1924).

Примерен ред на основните понятия, върху които се гради базисният училищен курс по химия

Система. Видове системи

Системата (във физикохимията – термодинамична система) би могло да бъде елементарно въведена по следния начин: „Система се нарича всяко тяло или съвкупност от тела, отделени по някакви признаци от околната среда, за да бъдат обект на наблюдение и изследване“ (Тошев et al., 1991). Телата някога са били определяни по следния начин: „Всяко нещо, което заема част от пространството и има форма, големина и тегло, се нарича тяло“ (Гълъбов, 1937). Днес телата, които изграждат системата, е прието да се наричат *фази*. Ако системата е изградена от една фаза, тя се нарича *хомогенна*. Ако две или повече фази изграждат системата, тя се нарича *хетерогенна*. Фазата може да бъде изградена само от едно индивидуално вещество. Тогава тя се нарича *еднокомпонентна*, защото веществата, които съдържа фазата, се наричат *компоненти*. Така всяка система – хомогенна или хетерогенна, може да бъде *еднокомпонентна* или *многокомпонентна*. Ако в една хетерогенна система компонентите присъстват във всички фази на системата, тогава се казва, че системата е *отворена* за всичките си компоненти. Ако това условие не е изпълнено за някои от компонентите, тогава се казва, че системата е *затворена* по отношение на тези компоненти. Особено важен е случаят на двуфазните хетерогенни системи. Ако при тях единият компонент в течната фаза, обикновено течност, е в по-голямо количество спрямо другия, тогава първият компонент се нарича *разтворител*, вторият компонент се означава като *разтворено вещество*, а системата се нарича *разтвор*. Възможно е в една двуфазна хетерогенна система единият компонент да е диспергиран в другия компонент под формата на по-големи

или малки частици. Такава система се нарича *дисперсна*, изградена от *дисперсна фаза* и *дисперсна среда*. Ако тези частици са с много малък размер в макроскопската скала от разстояния, например между 1–100 нм¹⁵⁾, тогава дисперсната система се означава като *наноразмерна* – в миналото такива системи се наричаха *колоидни разтвори*. *Течните смеси* са изградени от компоненти, които могат да бъдат във всякакви количество – същото е вярно за *газовите хомогенни системи*, в които фазата е една – газ, а неговите компоненти са различни газове. Въздухът, изграден главно от азот и кислород, е такава система.¹⁶⁾ Спиртните напитки са течна смес на вода и етилов алкохол. *Пяната* съдържа газови мехури в течна среда. Емулсията (например мляко) е дисперсна система, в която маслото под формата на малки капки е диспергирано във вода. А димовите (пушеци) са дисперсна система с твърда дисперсна фаза и газова дисперсна среда.

Състояние на системата. Термодинамичен процес

Казват, че системата е в определено състояние (термодинамично състояние), когато са известни стойностите на нейните *параметри на състоянието*. Ако системата не обменя вещество с околната среда, тогава параметрите на състоянието са само три – *температура, налягане и обем*. Температурата и налягането не се влияят от размера на системата – такива параметри се наричат *интензивни*; параметри, които зависят от размера на системата се наричат *екстензивни* – обемът е такъв параметър. Параметрите на състоянието се избират така, че тяхното измерване да става директно и лесно. В историческото си развитие химията и физиката са предложили голямо разнообразие от инструменти за измерване на тези величини.

Когато стойностите на параметрите на състоянието се променят, системата участва в *термодинамичен процес*. Тогава и основната термодинамична величина – *вътрешната енергия* на системата U , се променя. Тази величина е *функция на състоянието* и е с екстензивни свойства.

В рамките на макроскопския подход вътрешната енергия на системата би трябвало да се въведе декларативно, без да се прави опит за обяснение на нейната физическа същност. Обаче учениците от ранното обучение по природните науки вече имат понятие за прекъснатия строеж на веществото, така че при евентуален въпрос на ученик може да се каже, че вътрешната енергия на системата е сума от кинетичните енергии на частиците, които изграждат системите, а те задължително имат кинетични енергии, защото безспирно се движат, и към това се добавят потенциалните енергии на частиците, ако те взаимодействат помежду си.¹⁷⁾

Вековният опит на човечеството дава основания на следното твърдение:

$$\text{Вътрешна енергия} = \text{свързана енергия} + \text{свободна енергия}$$

Свободната енергия е тази част от вътрешната енергия, която в термодинамичния процес може да се превърне в някакъв вид работа A . *Свързаната енергия* е тази част от вътрешната енергия, която в термодинамичния процес никога не би могло да се превърне в работа; тази енергия в термодинамичния процес се разсейва към околната среда под формата на топлина Q .

Тогава от горната дефиниция, за един термодинамичен процес, при който системата променя вътрешната си енергия от U_1 (1 – начално състояние) до U_2 (2 – крайно състояние), веднага следва:

$$U_2 - U_1 = A + Q$$

Това е *първият принцип на термодинамиката*. Всъщност това е *законът за запазване на енергията*. Следователно не би могло да се конструира устройство, за което горната формула на енергетичен баланс е нарушена – такава невъзможна машина се нарича „вечен двигател“ (перпетуум мобиле).

Системата се нарича *химична*, ако в нея протичат *химични реакции*. Има два типа химични реакции – реакции, които протичат при *постоянство на температурата и обема* (обикновено това са реакциите, които протичат в разтвор), и реакции, които протичат при *постоянство на температурата и налягането* (това са реакциите, които протичат в газова фаза). За първия тип химични реакции *свободната енергия* е прието да се нарича *енергия на Хелмхолц* – F . За втория тип реакции *свободната енергия* се нарича *енергия на Гибс* – G .

Природните процеси с участието на системи, оставени сами на себе си, протичат само в една посока, т.е. ако за дадена система преходът от състояние 1 до състояние 2 е възможен, тогава обратният процес от 2 до 1 ще бъде термодинамично забранен. Необратимостта на природните процеси е в основата на *втория принцип на термодинамиката*. От втория принцип на термодинамиката следва, че не е възможно построяването на периодически действаща машина, която би произвеждала работа за сметка на топлината на един-единствен топлинен резервоар. Такава невъзможна машина се нарича *перпетуум мобиле втори вид*.

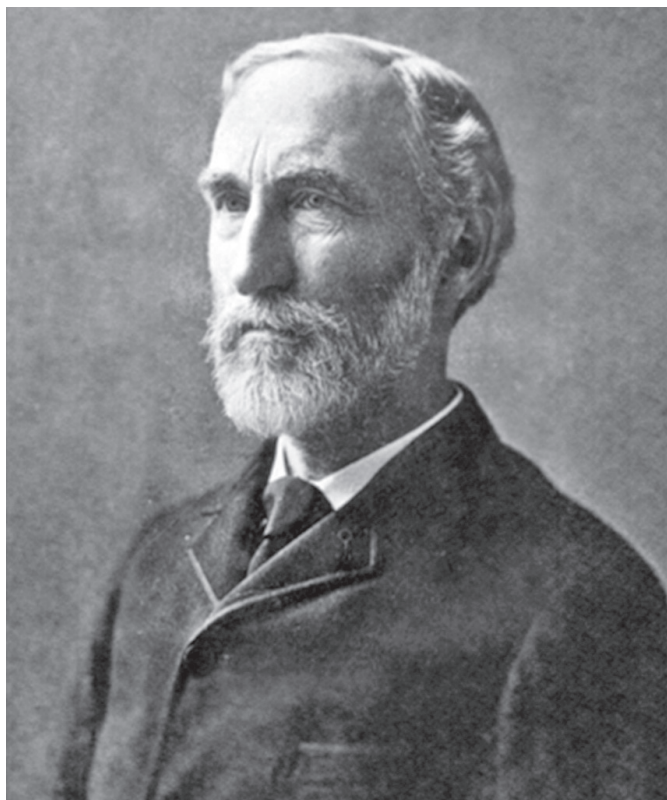
Всъщност всеки знае, че процесите в природата протичат спонтанно само в една посока, т.е. процесите имат „стрела“ – ако едната посока е възможна, обратната ще бъде невъзможна. В житейски план това означава, че с възрастта човек може само да остарява, подмладяването – стара човешка мечта, е неосъществимо по никакъв начин. Разбира се, когато се говори на учениците по тези теми, може да се потърси и подкрепата на една „научна“ аналогия. Защо едно тяло, издигнато на някаква височина, оставено само на себе си пада? Причината е, че в условията на гравитация с падането потенциалната енергия на тялото намалява и тялото



Херман фон Хелмхолц (1821–1894)

ще се окаже в равновесие, когато неговата потенциална енергия достигне своята възможна при дадените условия най-малка стойност. Ако този пример наистина е убедителен за учениците, тогава съвсем просто е да им се каже, че химичните реакции в химичните системи протичат спонтанно в посоката, в която тяхната *свободна енергия намалява* – *енергията на Хелмхолц* за реакции, които протичат при постоянни температура и обем, и *енергията на Гибс* – за реакции, които протичат при постоянни температура и налягане.

Този подход позволява коректно да се въведе представата за *химично равновесие*, противно на отдавна установената, но грешна практика, химичното равновесие да се въвежда чрез приравняване скоростите на правата и обратната реакция в химичната система.¹⁸⁾ При химичното равновесие химичната система е с минимална стойност на свободната си енергия, което означава балансиране на всички сили от всякаква природа, действащи в системата. Докато максимумът на енергията



Д. У. Гибс (1839–1903)

означава „неустойчиво равновесие“, минимумът на енергията означава „устойчиво равновесие“. Следователно химичното равновесие ще носи белезите на устойчивото равновесие. Тогава за *изместване на равновесието* може да се говори само когато се променя мястото на минимума на свободната енергия в енергетичния профил на реакцията при промяна на някакъв важен за нея параметър. Както показва законът за действие на масите, този параметър е температурата (Тошев, 1996; Toshev & Peteva, 2011). Знаем, че в някои случаи (отделяне на газообразен продукт или утайка) промяната на налягането води до изменения в реакционния състав, но това не е изместване на равновесието – поради устойчивостта на химичното равновесие мястото на минимума на свободната енергия в енергетичния профил на реакцията при дадената температура остава непроменено, но настъпилите изменения – падането на утайката или отделянето на газ – отклоняват системата от равновесното ѝ състояние; при постоянната температура, при която тя се намира,



Амедео Авогадро (1776–1856)

системата трябва да се върне там, където вече е била, и това естествено се случва при друг реакционен състав.

Състав на системата

Съставът на системата и на фазите, които я изграждат, трябва да бъде известен. Ако системата може да обменя вещества с околната среда, тогава нейната вътрешна енергия ще зависи освен от посочените по-горе три параметъра, а и от количествата на веществата, които присъстват в системата.

Количеството вещество е между седемте основни независими величини¹⁹⁾ в Международната система на мерните единици СИ (Kuleff, 2011). Ако приемем, че всеки знае, че веществото е изградено от някакви материални частици (атоми, молекули, йони), тогава изглежда естествено количеството вещество – n , да расте пропорционално с броя на тези частици, N :

$$n = N_A N$$

Константата на пропорционалност – N_A , се нарича *константа на Авогадро*, $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$. Следователно едно вещество е в количество 1 мол, когато $N=N_A$, т.е. веществото е изградено от $6,02 \cdot 10^{23}$ частици (*число на Авогадро*) (Dukov & Toshev, 2010).

В миналото мол можеше да се определи и без да се прибегва до представата за прекъснатия строеж на веществото: 1 мол е толкова грама от едно вещество, колкото е неговото атомно (молекулно) тегло – това се означаваше като 1 гмол (грам-мол). Международният съюз по чиста и приложна химия – IUPAC, който определя номенклатурните правила в химията, не препоръчва по-нататъшното използване на това определение.²⁰⁾

Съставът на една фаза (система) се определя чрез т.нар. *молни части*:

$$x_i = N_i / (N_1 + N_2 + \dots)$$

Това е молната част на i -тия компонент. От горната дефиниция следва, че молните части са числа, по-малки от единица. Сумата от всички молни части очевидно трябва да бъде равна на единица. Това е важно наблюдение, защото, ако фазата е изградена от k компонента, познаването на стойностите на $k-1$ молни части е напълно достатъчно за охарактеризиране на нейния състав. Особено прост е случаят на двукомпонентните системи, каквито например са разтворите. Тогава само едно число е достатъчно, за да се определи съставът на разтвора. Традиционно в този случай вместо за *състав* се говори за *концентрация на разтвора*, като се има предвид съдържанието на разтвореното вещество в разтвора или разтворителя. Първата концентрация се нарича *молна* (не *молярна*²¹⁾) и се означава с M (Mills et al., 2007) – молове разтворено вещество в 1 dm^3 разтвор; втората концентрация се нарича *молална*²²⁾ – молове разтворено вещество в 1 кг разтворител.

Заклучение

В желанието за модернизация на учебното съдържание по химия в средното училище учебни администратори и автори на учебници са представили трите свята на химията – макроскопския, микроскопския и семиотичния – в една трудна за възприемане от учениците смес. Това се прави дори и в началните етапи на обучението по природни науки. Магията на химията – учебният химичен експеримент, непрекъснато свива територията си в българското училище. Липсата на достатъчна научна квалификация на авторите и рутинното повтаряне на сведения и подходи от предишни учебници води до наличие на голям информационен баласт в нашата

учебна литература и изобилие на грешни, неточни или заблуждаващи твърдения, които обаче се възприемат от ученици и учители като безспорни истини, които подлежат на запаметяване. Последното обстоятелство произтича от факта на много слабото представяне в България (Toshev, 2002) на една особено интензивно развиваща се в чужбина област в теорията и методологията на обучението по природни науки, означавана с термин, който дори няма добър превод на български език – *misunderstandings (misconceptions) in teaching and learning*.²³⁾

Настоящата статия предлага една възможна схема на йерархично въвеждане на основните понятия и термини в училищния курс по химия. Следвайки старата българска образователна традиция, това е направено в рамките на макроскопския методологичен подход, а въвеждането на модерните представи за строежа на веществото и химичните реакции е оставено за второто ниво на българското гимназиално образование – XI и XII клас.

БЕЛЕЖКИ

1. Оксиди.
2. Въглероден диоксид.
3. Въглероден оксид.
4. Редукция.
5. Серен диоксид.
6. Силициев диоксид.
7. Натриев хидроксид.
8. Белтъци.
9. След завършване на базисното ниво на гимназията – VI клас (днес X клас), учениците са били с право на избор: да спрат тук (но без право да станат студенти), да продължат в стопанско или педагогическо училище или да продължат в VII и VIII клас на средното училище (реална, полукласическа или класическа гимназия), но след успешно положен приеман изпит. Едва когато учениците завършат пълния курс на средното училище, те ще получат правото да следват в университета; любопитен детайл – ученикът няма право да постъпи в Юридическия факултет на Софийския университет, ако няма диплома от класическа гимназия (т.е. не е изучавал в средното училище старогръцки и латински език).¹⁰⁾
10. *Общ правилник на университета „Св. Климент Охридски“ в София*, София, 1940 http://ia600505.us.archive.org/5/items/GeneralRegulationsForTheSt.KlimentOhrisdkiUniversityOfSofia/pravilnik_universitet_1940.pdf
11. Редуктори.
12. Бензен.
13. Тогава естествена история с хигиена.
14. Тогавашните реални гимназии (мъжки, девически и смесени) показват най-близко съответствие със сегашните средни общообразователни училища.

15. $1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м} = 10^{-7} \text{ см}$; $1 - 100 \text{ нм} = 10^{-7} \text{ см} - 10^{-5} \text{ см} = 1 \text{ м}\mu - 100 \text{ м}\mu$.
16. Ще бъде груба грешка, ако въздухът се разглежда като дисперсна система: в едно ръководство за подготовка на кандидат-студенти по химия тази грешка бе допусната, като бе посочено, че азотът е дисперсната среда, а кислородът, който е в по-малко количество, трябва да се разглежда като дисперсна фаза. Особено груба грешка е да се твърди, че ако диспергирането на дисперсната фаза продължи до молекулни размери, тогава дисперсната система ще се превърне в разтвор. Такова „обобщение“ вече е правено и в официалната учебна документация за средното училище – в одобрени и използвани в учебната практика учебници.
17. Природонаучната грамотност предполага и разбирането, че в природата друга енергия, вън от кинетичната (която се поражда от движението) и потенциалната (която се поражда от взаимодействието), всъщност няма. Ученикът трябва да напусне училището с убеждението, че енергии, определени като „положителни“, „негативни“, „космически“ и други подобни, са глупости, на които трябва да се гледа като на метафори, употребата на които не е за препоръчване.
18. Химичното равновесие е белег на химичната термодинамика, в която факторът време не участва. Химичното равновесие се определя чрез закона за действие на масите, който е формула за равновесната константа, чиято стойност се определя от минимума на свободната енергия. Времето е съществен фактор в химичната кинетика, където от значение са скоростите на химичните реакции. Смесването на химичната термодинамика с химичната кинетика е методично неоправдано, защото може да бъде източник на трудно поправими недоразумения.
19. Величините на СИ, които имат значение за химията, са: дължина (мерна единица: метър), маса (мерна единица: килограм), време (мерна единица: секунда), температура (мерна единица: келвин) и количество вещество (мерна единица: мол). Да напомним още: келвиновата температура $T/K = t/^{\circ}\text{C} + 273,16$ ($t/^{\circ}\text{C}$ – целзиева температура); обемът се измерва в dm^3 ($1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ литър}$); налягането се измерва в паскали, Pa: $\text{Pa} = \text{N}\cdot\text{m}^{-2}$ (N – нютон е единица за сила), $1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa}$.
20. А атомното (молекулното) тегло бе заменено с *относителна атомна (молекулна) маса*.
21. *Моларен* е невъзможна дума в българския език. Това е прилагателно, образувано от съществително (мол) чрез прибавяне на една наставка от английския език (-ar) и още една наставка от българския език (-ен) (Toshev, 2009).
22. Нормирането е спрямо масата на разтворителя и затова тази концентрация не зависи от температурата. Това е причината тя да присъства в законите на Раул и Бекман.
23. Ето няколко примера за misconceptions относно химичното равновесие: Hackling & Garnett, 1985; Gorodetsky & Gussarsky, 1986; Banerjee, 1991; Cheung, 2009.

ЛИТЕРАТУРА

Гълъбов, И. (1937). *Химия и газова отбрана. Учебник за III клас на народните прогимназии*. София: И. Куюмджиев.

- Огнянов, В. & Илиев, К. (1940). *Методика на химията (върху основите на учебно-изследователския метод)*. София: Издание на авторите.
- Славчев, Д. & Марков, А. (1940). *Просветно законодателство. Сборник от закони, наредби и правилници, които са в сила по Министерството на народното просвещение, с бележки по тяхното прилагане*. София: Казанлъшка долина.
- Тошев, Б. В., Костадинов, К., Караиванов, С., Боянова, Л., Софрониева, А., Дочева, М. & Дойчинова, Р. (1991). *Химия за XI клас на средното общообразователно училище*. София: Просвета.
- Тошев, Б.В. (1995). Методични бележки върху учебното съдържание по химия в средното училище. 3. Закон за действие на масите. *Химия*, 5(2), 28–31.
- Banerjee, A.C. (1991). Misconceptions of students and teachers in chemical equilibrium. *Int. J. Sci. Educ.*, 13, 487-494.
- Cheung, D. (2009). Using think-aloud protocols to investigate secondary school chemistry teachers' misconceptions about chemical equilibrium. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 10, 97-108.
- Dukov, I. & Toshev, B.V. (2010). The quantity „amount of substance“ and the unity „mole“: new trends. *Chemistry*, 19, 330-335 [In Bulgarian].
- Gorodetsky, M. & Gussarsky, G. (1986). Misconceptualization of the chemical equilibrium concept as revealed by different evaluation methods. *Int. J. Sci. Educ.*, 8, 427–441.
- Hackling, M.W. & Munby, H. (1991). Misconceptions of chemical equilibrium. *Int. J. Sci. Educ.*, 7, 205–214.
- Kuleff, I. (2011). 50th anniversary of the international system of units, SI. *Chemistry*, 20, 174–179 [In Bulgarian].
- Mills, I., Cvitaš, T., Homann, K., Kalley, N. & Kutchitsu, K. (2007). *Quantities, units and symbols in physical chemistry*. Cambridge: Royal Society of Chemistry.
- Stefanov, C. (1924). Bulgaria. *Educational Yearbook of International Institute of TeachersCollege*, 1(1), 37–58.
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: the many faces of the chemistry „triplet“. *Intern. J. Sci. Educ.*, 33, 179–195.
- Toshev, B.V. (1998). Chemical didactic papers in the Union of Bulgarian chemists' journal „Chemistry and Industry“ from the period of the Third Bulgarian Kingdom. *Chemistry*, 7, 104–111 [In Bulgarian].
- Toshev, B.V. (1999a). Chemical literature from the period of the Third Bulgarian Kingdom. 1. Chemistry textbooks for the Bulgarian school. *Chemistry*, 8, 307–316 [In Bulgarian].
- Toshev, B.V. (1999b). Chemical literature from the period of the Third Bulgarian Kingdom. 2. Chemical didactic textbooks and manuals. *Chemistry*, 8, 317–322 [In Bulgarian].

- Toshev, B.V. (2002). Chemistry curriculum in the Bulgarian secondary school: errors or misunderstandings. *Chemistry*, 11, 447–452 [In Bulgarian].
- Toshev, B.V. (2009). Grammatical and terminological remarks: molen (Bulg.), not molaren (Bulg.). *Chemistry*, 18, 163–166 [In Bulgarian].
- Toshev, B.V. & Peteva, Z. (2011). Avoiding misunderstandings in school teaching by acquainting with historical texts: mass action law. *Chemistry*, 20, 266–276 [In Bulgarian].

CONCEPTUAL SCHEME OF THE SCHOOL COURSE IN CHEMISTRY: MACROSCOPIC APPROACH

Abstract. A possible scheme of hierarchical introducing the basic concepts and terms in the school course in chemistry is advocated. Following the former Bulgarian educational tradition, it is done within the macroscopic methodological approach and the introduction of modern ideas about the structure of matter and chemical reactions is left for the second level of the Bulgarian secondary education - XI and XII class.

✉ **Professor B.V. Toshev,**

University of Sofia,

1 James Bourchier Blvd.

1164 Sofia, BULGARIA

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