

• До нашите читатели •
• Editorial •

ЗАЩО УЧИМ УЧЕНИЦИТЕ НА НЕИСТИНИ

Актуалност на проблема

В последния брой на сп. *Химия* се появи статията на професор Хаукс от Орегонския университет под аналогичен наслов [1]. В нея той посочва редица примери в учебната литература и от учебната практика, в които на учениците се предлага неистинска информация. Проф. Хаукс цитира двадесетина собствени статии в авторитетното списание *Journal of Chemical Education*, където тази материя е разгледана достатъчно подробно. Само от заглавието на статията в нашето списание не би могло да се прецени дали авторът ще търси отговор на въпроса, или ще посочи поредното незачитане на обективната истина. Всъщност става въпрос за последното. Задачата на настоящата статия е друга: Ще се опитаме да потърсим причината. Защо се предлагат неистини? Допустимо ли е това, или е основание за сериозна критика и корекция? И как трябва да се постъпва — от тези, които подготвят учебната документация, и от тези, които я ползват?

Считаме, че днес проблемът е особено актуален. Като обща практика се налага използването на тестови материали за проверка на постиженията на учениците. Тя е винаги лаконична и изисква кратък отговор. Как да се зададе въпросът, за да бъде точен. Какъв да е отговорът, за да се оцени и той като верен? Възможно ли е тези изисквания да се приложат към целия набор от знания и умения, които ще проверяваме?

В нашата научно-методическа литература отдавна се повдигат аналогични въпроси. В. Нанов [2] и К. Манолов [3] обсъждат използването на дефиницията за просто вещество. Б. Тошев обръща внимание върху Закона на Хес [4], Закона за действие на масите [5,6] и на това дали разтворите трябва да се разглеждат в групата на дисперсните системи [7]. Радева, Боянова и Петрова [8] разглеждат въпроси на количеството вещество, молните величини и използването им в химията. Този списък може да включи и статиите [9–15]. Преди години дори се появи малка книга под название „Основни представи и понятия в химията“ [16], в която се обръщаше внимание на някои от проблемите и се даваха препоръки. Сега обаче навлизането на тестовото изпитване, което ограничава прекия контакт между обучаем и обучаващ, налага други решения.

Истините в науката

Всяка наука борави с някакви представи и понятия. Верни ли са те? Или по точно — истина ли са те? Няма да обсъждаме проблема за абсолютната и относителната истина. Те са факт. Факт е, че едва ли бихме могли да дадем сполучливи примери за абсолютна истина. Склонни сме да приемем, че процесът на познанието е безкраен и във времето, и в пространството и че той постепенно ни приближава към абсолютната истина.

При така основна предпоставка считаме, че представите с които боравим могат да се класифицират в няколко категории.

Първо. Представи, които представляват абсолютни истини. Те са малко. Такава е например представата, че светът съществува, че той е познаваем, че е в непрекъснато движение, в смисъл на изменение. Абсолютна истина е твърдението, че ние почти винаги боравим с относителни истини и това е неизбежно.

Второ. Представи, които са относителни истини. Понякога те са плод на логичен или отговарящ на конкретен експеримент анализ. Често те се постулират. Ние ги въвеждаме и работим с тях. Нещо повече — надстрояваме над тях цялостна структура от допълнителни представи, оформени като знания. Като уверение за тяхната истинност служи пригодността им за решаване на някои проблеми. А дали наистина представляват истини?

С течение на времето тези представи се променят. Това считаме за напълно естествено и ако имаме претенции те да се съблюдают, имаме предвид моментното им състояние. При това трябва да се допълни, че винаги сред тях ще има дискуссионни, даже сред учените, които ги развиват.

Някои от тези модели и постулати са трудни. Запознаването с тях и разбирането им изисква значителна научна подготовка. За нормалната учебна практика на общообразователното средно училище те са почти неразбираеми.

Трето. Представи, които са обект на международна стандартизация. Смисълът на тази стандартизация е ясен. Тя обаче често се сблъсква с ежедневния опит на хората, с техния опит и практически знания. Като подходящ пример за това е прилагането на системата СИ и на предложената от ЮПАК химична номенклатура.

Четвърто. Представи, свързани с авторството на дадено откритие. За съжаление те често са обект на дискусия, която дори рискува да затрудни приложимостта на самата представа.

Разбира се, посочената класификация не претендира за изчерпателност. Считам обаче, че би била полезна за нашата статия, за да знаем за какви точно неистини говорим. Ще се опитаме да потърсим отговор на въпроса: Кой от тях са недопустими и кои няма да се отразят съществено

върху учебния процес?

Значимост на истините

Като основа на нашето разглеждане ще поставя изискването за целесъобразност. Това съвсем естествено ни насочва към целите на обучението в средните общообразователни училища.

Без да се тръгва много отдалеч, трябва да се позовем на целите на обучението по химия. Аз ще споделя своята позиция, че обучението изобщо и особено това по общообразователните предмети има за **цел да развива способностите на личността, на основата на подбрани конкретни знания и..., което приемам с известна резерва, съобразно нуждите на гражданското общество.** Не мисля, че ограничаването на обучението до усвояването на някои знания и възможността за използването им, дори с подсилването на тези знания с претенциите за компетентност, трябва да заемат първо място. Те са само част от общото развитие на личността. Не съм чужд на мисълта, че отклоняването на целта на обучението от развитието на личността и даването на превес на конкретно приложните конкретни знания превръща човека от мислител и творец в изпълнител. Не забравям стария спор за нуждата от инженер-химици и инженер-технолози и мястото на университетската химия в химичната промишленост. Обученият по матрица човек се научава да отговаря на тестове и да изпълнява инструкции. Такава личност изглежда привлекателна за едно пазарно стопанство, защото е подготвена веднага да започне работа и то с по-малко рискове от самостоятелни решения. Зная и възраженията, че ще има достатъчно ерудирани хора и във от тази матрица, но това не е основание за осакатяване на останалите.

Говоря за химията като общообразователен предмет. Какви неистински представи и понятия е допустимо да се дават на учениците? Не бързайте с отговора: Никакви. Защото, ако сте съгласни поне отчасти с класификацията, която дадохме по-горе, трябва да се съгласите, че това е неизбежно.

Да се спрем на **основната представа за строежа на атома.** Тя е моделна. Развита е върху т.нар. планетарен модел на Ръдърфорд, а той бил изграден въз основа на опита на Ръдърфорд. Първото съмнение възниква дали Ръдърфорд първи прави този опит, дали първи получава добре известните резултати. Знае се, че не е. И въпреки това в цял свят учебната литература ни предлага постановката на „Опит на Ръдърфорд“. Според мен това е онзи вид неистина от четвъртия тип, която не застрашава смисъла на основния модел — планетарен модел. Тогава изобщо да не повдигаме въпрос за приоритетите в авторството.

На едно първо познавателно ниво планетарният модел е илюстриран. Около централно ядро се движат по определени траектории електрони. И

това днес се счита за неистина. Неистина са и постулатите на Бор, според които електроните се движат около ядрото по точно определени орбити с точно определена енергия, без да излъчват енергия. И все пак ние въвеждаме и ползваме тези постулати, въпреки че те са в разрез с нормалното мислене на хората, което е изградено въз основа на опита им в макросвета. Ние приемаме дори идеята за дуалистичната природа на микрообектите и свързания с нея принцип на неопределимостта. Учените ги приемат. Приемат ги с убеждението, че всички тези неясни представи постигат една определена цел — с тях се работи и то сполучливо. Но учениците няма да работят с тях. Защото това не отговаря на тяхната подготовка, защото не е нужно и защото, ако се опитат да работят, сигурно ще допуснат сериозни грешки. Въпреки това обаче ние въвеждаме и държим на понятието **орбитала**. Едно ясно понятие, въведено при решаването на уравнението на Шрьодингер за водородния атом. Всеки квантов учен ще ви каже, че орбиталата е една конкретна функция на пространствените координати, която най-често е имагинерна и не може да се изобрази в координатната система. Тя не е част от тримерното пространство и не винаги може да се изобрази в него. Автори на учебници и методици ще прибавят към горната истина: Орбиталата е функция, с която може да определим вероятността за регистриране на електрона в пространството около ядрото на атома. Това вече е вярно. Но какво от това е нужно на ученика? Той ли ще изчислява тази вероятност. Или само му е необходимо да знае това разпределение. Мога да се съглася, че за нас, химиците, е полезно да знаем разпределението на вероятността за регистриране на електрона около ядрото, за да може на тази основа да развием представата си за химичните връзки. Но задължително ли бе за това да се въвежда орбиталата в нейния точен смисъл? Дълго време авторът се противеше върху широкото използване на орбиталата в смисъл на електронен облак. В учебната литература почти в целия свят обаче орбиталата се използва погрешно и се отъждествява точно с него. Днес преосмислям тази неистина. Тя е наложителна. Щом орбиталата вече се използва, логично е да се свърже с образа на една орбита. Една размазана, с причудлива форма част от пространството, където електронът може да се регистрира. Тази част от пространството може да се нарича облак, може да е орбитала, може да се третира като форма на самия електрон. Връщаме се отново към изходния модел на Ръдърфорд. Наистина ли учениците след време ще си спомнят, че електронът не е частица, обикаляща около ядрото по определена траектория? И трябва ли им? Още повече, ако всичко това е само един модел.

Аз бих използвал идеята, че електроните около ядрото са в различни състояния, въпреки неопределеността на понятието състояние. Бих се позовал на принципа на Паули, който е близък до опита на практиката. Бих

постулирал тези състояния, за да достигна до записа на електронните конфигурации. За съжаление този запис вече е част от международната стандартизация и е необходим. И това е уговорка. Уговорка е да се въведат слоеве, подслоеви и орбитали. Това отново тласка учащите се към погрешната представа за пространствената протяженост на слоевете, подслоевете и орбиталите. Всъщност това е само едно групиране по състояния. По-вярно ли става то с въвеждането на горните понятия, които погрешно, но логично от човешка гледна точка, се свързват с част от пространството? И необходимо ли е това?

Разгледаният пример показва колко затруднения съпътстват използването на моделните представи, които искаме да преведем на езика на обикновения човек. Често тези затруднения водят до такива грешки, че по-добре е да не бъдат въведени. Ако все пак това е необходимо, считам, че трябва да се използва постулирането, а не опитите за елементарно обяснение. Във веригата на всяко обяснение неминуемо се сблъскваме с постулиране. А така веригата става все по-дълга, по-неразбрана и по-дискусийна.

Вторият пример за проникване на неистини в преподаването е свързан с преценирането на представата или понятието. Макар и трудно, мисля, че привикнахме с мисълта, че медта трябва да се нарича мед и като химичен елемент, и като просто вещество, и като атом, и като съставна част от дадено сложно вещество. Касае се не само за избягването на тромавост на изложението, но и за едно вредно насочване на вниманието на ученика към несъществени неща, при което рискуваме той да пропусне основните.

Едва ли е най-важното при прилагане на учението за химичното равновесие да се поставят в точно съответствие представите на термодинамиката с тези на развиваното във всички учебници учение за подвижното равновесие. Та тук се сблъскват идеите за динамичното равновесие, за схващането на равновесието като състояние, а не като процес, за принципа на подвижното равновесие, което може да се свърже с името на Льо Шателие, с това на Браун или и на двамата. Същественото е обаче да се разбере, че върху равновесието може да се влияе. Същественото е да се знае кои са факторите, които влияят. Същественото е да се разграничават представите на кинетиката от тези на химичното равновесие. А дали ще използваме израза „равновесието се измества...“ или „равновесието не се измества, то е същото, но се установява при други равновесни концентрации...“, това няма да се отрази съществено върху знанията на ученика как да повлияе на това равновесие.

Доста неприятности имахме напоследък с утвърждаваната от години представа за дисперсни системи. Исторически създаденото понятие колонидни разтвори е невярно. Истината е, че днес те се третират като микрохетерогенни системи. Те са безспорно дисперсни системи. А разтворите не

са. Това е днешната истина за тях. Тази истина обаче все още е нарушавана в редица учебници и справочници. Дали не е по традиция, по исторически съображения?... Разбира се, че могат да се намерят основания и за дискусия по този въпрос. Щом дисперсната система е хетерогенна, в нея трябва да има поне две фази. В учението за колоидни системи се казва, че при тях имаме дисперсна фаза и дисперсна среда. Всъщност качества на фаза има средата. Дисперсната фаза понякога е с размерите на големи молекули, изцяло е в нанометричната област и е съмнително дали притежава качества на стабилна фаза. А и самата дума дисперсия съвсем не предполага хетерогенност на системата. Не вземам отношение по спора. Вече е прието, че колоидните системи са дисперсни, а разтворите — не. Фатално ли е това обаче за използването на двата вида системи от утрешните граждани? Ще се променят ли свойствата на колоидните системи, ако ги наричаме разтвори? Или ще се промени стройната понятийна система, изградена на основите на научната, а не на ежедневната логика и опит.

Примерите за такива неистини в учебната литература са много. Ако те не променят основното в знанията и в съдържанието, влагано в понятието, и не отдалечават ученика от бита и живота, аз съм склонен да ги приема. Не като истини, въведени в учебната документация, а като отражение в съзнанието на учащите се.

Третият пример засяга стандартизацията. Известно е, че не навсякъде в страните се използват величините и мерните единици, въведени от системата СИ. Даже ако съответните страни официално са ги приели. Наред с километъра съжителстват инчът, милията, левгата, наред с килограма се използва фунтът, наред с кубическия метър — литърът, галонът, барелът... Това трябва така и да се дава на учениците. Докога? По целесъобразност. И ученикът трябва да знае това. Касае се не за истина и неистина, а за приети мерни единици.

Малко по-особен е случаят с теглото и масата. Всички знаят различията между тях и все пак обикновеният човек не осъзнава понятието маса, а свързва теглото с металните грамове, които в търговията поставят на едното блюдо на везните. Никога няма да заместят теглилките с друга единица за маса. И едва ли това прецеизиране ще доведе до разграничаване на двете понятия в съзнанието на хората. А дали е и нужно?

Важен за нас, химиците, е начинът на изразяване на количествения състав на сложните вещества и смесите. Системата СИ запази понятието концентрация само като начин за изразяване на състава на някои смеси, и то по отношение на обема, който те заемат. Съвсем друга се оказва групата на частите — масова част, обемна част, молна част... Постановка — ясна. Съображения — донякъде. Резултат?

Има масова концентрация и съответните масови части в проценти.

Няма обемна концентрация. Има обемни части в проценти. Някъде встрани се намира молалната концентрация, която излиза от строгото разграничаване. Нужно ли е това? Трябва ли състав на даден разтвор да се охарактеризира с две различни величини, между които има непосредствена връзка? Как ви звучи твърдението: Това е един концентриран разтвор с обемни части в проценти 40%, а не с концентрация 40 об.%. Какви са предимствата в очите на обикновения човек?

Повдигам въпросите не за да противореча на системата СИ. Съм за използване на въведените норми и считам, че в учебната литература те трябва да се съблюдават. В знанията обаче, които учениците изграждат, могат да се получават и сигурно ще се получават неточности. Трябва да се приемат търпеливо и с разбиране. Те идват от ежедневния им опит. А той може би е достатъчен и дори по-важен.

За базисните знания

Накрая няколко разсъждения за обема и нивото на учебното съдържание по химия. Според развитите по-горе представи неговата първа задача е да бъде добра основа за развитие на личността. Затова е достатъчно едно научно-популярно ниво, примерно нивото на енциклопедиите. То не трябва да поставя ученика в голямо затруднение как да помирява своя ежедневен жизнен опит с това, което изучава. Знанията се изграждат по спирала и тя завършва едва в края на живота. С детските приказки идват неверните, в първите стадии на обучението — оскъдните и неточните, а след това, постепенно — по-точните представи. А истинските — към тях всеки се стреми цял живот.

Струва ми се, че очертах моето мнение защо преподаваме на учениците неистини. Първо, защото не винаги знаем истината, второ — защото в повечето от тези случаи тя е трудна за нивото на подготовка на учениците, трето — защото сме членове на една по-голяма общност — световната, и четвърто, защото има и такива истини, които не са съществени за възприемане на представата или понятието. Борбата за истината в учебната документация ще продължи. Тя всъщност е резултат от непрекъснатото развитие на науката и повишаването на равнището на преподавателите. И трябва да се поощрява. Но да не се злоупотребява с нея и с търпението и възможностите на нашите възпитаници.

Литература

1. Hawkes, S. J. Why We Teach Untruths. *Khimiya*. 15, 83 (2006).
2. Нанов, В., А. Шубанова, Б. Грекова. *Химия 7 клас*. Просвета, С., 1999.
3. Манолов, К. Критични бележки върху някои от съвременните учебници по

химия. *Химия*. 11, 47 (2002)

4. Тошев, Б. В. Методични бележки върху учебното съдържание по химия в средното училище. 2. Закон на Хес. *Химия*. 4(1), 1 (1995).

5. Тошев, Б. В. Методични бележки върху учебното съдържание по химия в средното училище. 3. Закон за действие на масите. *Химия*. 5(2), 28 (1996).

6. Тошев, Б. В. Грешки, недоразумения и заблуждения в преподаването на химия в средното училище. *Химия*. 11, 447 (2002).

7. Тошев, Б. В. Един учебник или много учебници: Поуки от историята и проблеми от съвременността. *Химия*. 14, 3 (2005).

8. Радева, М., Л. Боянова, М. Петрова. Количество вещество и моларни величини и изучаването им по химия. *Химия*. 14, 179 (2005).

9. Лазаров, Д. За понятието вещество в химията. *Биология и химия*, 19(6), 20 (1976).

10. Лазаров, Д. Строеж на атомите и молекулите. *Биология и химия*, 26(5), 28 (1883).

11. Лазаров, Д. Валентност. *Биология и химия*, 23(5), 3 (1980)

12. Лазаров, Д. Отново за степента на окисление. *Химия*. 2(3), 7 (1993).

13. Лазаров, Д. Методични проблеми при въвеждането на понятието активизираща енергия. *Химия*, 1(2), 20 (1992).

14. Лазаров, Д. Някои основни понятия в новата учебна документация по химия. *Химия*. 11, 79 (2002).

15. Лазаров, Д. Системата SI в учебната документация по химия. *Химия*. 13, 323 (2004).

16. Лазаров, Д. *Основни понятия и представи в химията*. Унив. изд. „Св. Климент Охридски“, С., 1999.

Проф. дхн Добри ЛАЗАРОВ