

- *Ефективност на обучението* •
- *Teaching Efficiency* •

ИЗСЛЕДВАНЕ НА УЧЕБНИТЕ ПОСТИЖЕНИЯ НА УЧЕНИЦИТЕ ПО „ХИМИЯ И ОПАЗВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА“ СПОРЕД ДЪРЖАВНИТЕ ОБРАЗОВАТЕЛНИ ИЗИСКВАНИЯ¹⁾

Милена КИРОВА, Елена БОЯДЖИЕВА,
Адриана ТАФРОВА-ГРИГОРОВА
Софийски университет „Св. Климент Охридски“

Резюме. В статията са представени резултатите от оценяване на учебните постижения по „Химия и опазване на околната среда“ в национален мащаб. Изследването обхваща постиженията на 1009 десетокласници от различни видове училища и региони в България. Постигането на очакваните резултати се измерва с тест, съставен в съответствие с държавните образователни изисквания за учебно съдържание и учебната програма за X клас. Експертната оценка показва, че тестът мери адекватно това, за което е предназначен. Обсъдени са представените данни за съдържателната валидност, надеждността и статистически показатели за теста. Чрез коментар на трудните задачи се разкриват някои слаби места в обучението по химия в училище.

Keywords: secondary education, chemistry education, educational standards, achievement test, assessment

Държавните образователни изисквания (ДОИ) за учебно съдържание очертават знанията, уменията и отношенията, които трябва да се усвоят и

формират у учениците в края на определен етап на тяхното обучение [1]. За изграждането на по-пълна картина за резултатите от обучението по Химия и опазване на околната среда в гимназиалния етап, е необходимо да се проследят учебните постижения на учениците според очакваните резултати, заложи в нормативните документи — ДООИ за учебно съдържание и учебните програми за девети и десети клас. Това ще даде възможност да се открият и обобщат положителните страни и слабостите на сега действащите стандарти и учебни програми, и ще бъде добра основа при предстоящото им преработване, с цел тяхното подобряване и усъвършенстване.

В настоящата статия са представени резултати от проведено в края на учебната 2008-2009 година изследване на учебните постиженията на ученици от десети клас.

Основните етапи в изследването са: (1) Определяне на изследваната извадка; (2) Разработване на инструментариум за определяне на постиженията на учениците; (3) Тестиране на учениците; (4) Анализ на получените резултати.

Състав на изследваната извадка

Изследването е проведено през юни 2009 година. В него участваха 1009 ученици от X клас от различни региони на България и видове средни училища (Таблица 1).

Трябва да отбележим, че по учебен план за обучението по „Химия и опазване на околната среда“ в X клас (задължителна подготовка) в професионалните гимназии са предвидени 36 учебни часа, а за всички останали видове училища — 72 учебни часа, при една и съща учебна програма.

Таблица 1. Данни за изследваната извадка от 1009 ученика, обучавани по учебната програма за X клас (задължителна подготовка)

Вид на училището и местонахождение		Брой ученици	Брой ученици, в проценти
ГПЧЕ	Областен център	223	22,1%
СОУ	Областен център	97	
	Град – общински център	104	
	Село – общински център	14	
ПГ	Областен център	253	
	Общински център	13	
ПМГ	Областен център	305	30,2%
Всичко		1009	100 %

Разработване на инструментариум за определяне на учебните постиженията на учениците

Използваният в изследването инструмент — критериален тест за постижения, е съставен в съответствие с описаната в литературата процедура [2]. След планирането, съставянето и определянето на съдържателната валидност на теста чрез експертни оценки [3, 4] важна бе неговата апробация. В експерименталното тестване участваха 300 ученика от X клас от различни видове училища и региони в страната [5]. Допълнителното обсъждане и резултатите от експертната оценка показаха необходимост от уточняване и промени във формулировката на някои от задачите. Крайният вариант на теста е представен в *Приложение 1*.

В таблица 2 са посочени ядрата, стандартите от ДООИ за учебно съдържание за гимназиален етап и задачите от теста, с които се проверяват постиженията по всеки стандарт. За някои от стандартите е предвиден по-голям брой задачи, тъй като те са представени с по-голям брой подстандартни в учебната програма за X клас.

Таблица 2. Ядра, проверявани стандарти и съответните задачи в теста от *Приложение 1*

Ядро	Стандарт	Задача № в теста
1. Класификация на веществата и номенклатура	1.2. Обяснява връзката между химичния характер на елемента и свойствата на веществата	1
Строеж и свойства на веществата	2.1. Познава слоестия строеж на електронната обвивка на атомите	1
	2.3. Обяснява свойствата на веществата с природата на химичните връзки	6, 7
	2.6 Определя степента на окисление на химичните елементи	2
Приложение на веществата	3.1. Описва приложение на изучавани вещества	3, 4
	3.3. Предлага идеи за обезвреждане на вредни за човека и околната среда вещества и за използване на безвредни вещества и материали	9
	3.4. Аргументира необходимостта от разумно използване на природните ресурси	10

Химични процеси	4.1. Познава закономерности, свързани с топлинните ефекти, скоростта на химичните процеси и химичното равновесие	11, 12, 13, 14, 18, 19, 26, 27
	4.2. Изразява химични процеси чрез химични уравнения	30, 35
	4.3. Описва видовете разтвори и техните свойства	20, 21, 22, 8, 5, 28, 29
	4.4. Използва генетични преходи за установяване на връзката между веществата	31
Експеримент и изследване	5.2. Планира химичен експеримент и използва получените данни за изводи и заключения	15, 16, 17, 32, 33, 34
	5.3. Познава основни физични величини и връзки между тях	23, 24
	5.4. Прилага правилата за безопасна работа	25

Направените в теста корекции не променят броя и формата на задачите в двете му части: Част 1 — включва 25 задачи с избран отговор и дихотомно оценяване (1/0); Част 2 — включва 10 задачи с друг формат, повечето от които са със свободен отговор, като за всяка задача е предвиден различен брой точки (Таблица 3).

Максималният бал за теста е 55 точки.

Таблица 3. Разпределение на броя точки за задачите от част 2

Задача №	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Максимален брой точки	3	4	1	4	2	4	3	4	3	2

Валидност и надеждност на теста

Съдържателната валидност на разработения краен вариант на критериалния тест е определена чрез експертна оценка. В нея взеха участие 18 експерти — учители по химия. За проверка на компетентността на експертите, в експертната карта е включена „задача-беглец“, която със сигурност не отговаря на стандарта, към който е съотнесена в експертната карта. Такава е задача 35* към стандарт 4.1. Даден експерт се изключва от изследването в два случая — ако не е „уловил“ „задачата-беглец“ и ако средната му оценка за всички задачи се различава значително от оценките на останалите експерти. От направените 18 експертни оценки под внимание са взети

резултатите от 9 експерта, които отговарят на първия критерий (*Приложение 2*). Между тях няма такива с голяма разлика в средните мнения.

От *Приложение 2* се вижда, че всички тестови задачи са получили от експертите средни оценки над 4 по петстепенната цифрово-вербална скала (Таблица 4). Това означава, че експертите са определили всички задачи като валидни и следователно тестът може да се използва като инструмент за оценка на постиженията на учениците от X клас.

Таблица 4. Цифрово-вербална скала за определяне на съответствието между задачите в теста и стандартите от ДООИ за учебно съдържание

Няма съответствие	По-скоро няма съответствие, отколкото има	Колкото има съответствие, толкова и няма	По-скоро има съответствие, отколкото няма	Има съответствие
1	2	3	4	5

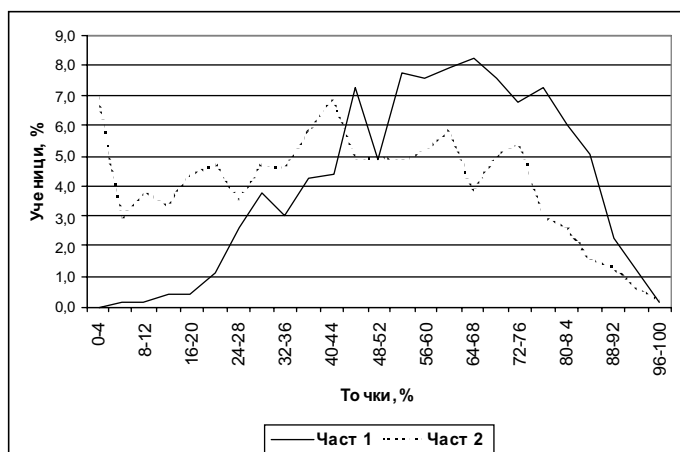
Надеждността на теста, като показател за точността на измерването, е определена чрез коефициента на надеждност — Кронбах алфа (α). Въз основа на резултатите от изследването е изчислено $\alpha = 0,83$. Тази стойност е над 0,80, което определя теста като надежден инструмент за измерване на постиженията на учениците, защото по литературни данни за изследователски цели надеждността трябва да е поне 0,70, а за да се правят изводи и сравнения за групи от популацията, тя трябва да е поне 0,80 [6,7].

Въз основа на получените резултати са определени централните тенденции — средна стойност \bar{X} и медиана *Med*, и дисперсията *s* за двете части на теста (Таблица 5).

Таблица 5. Централни тенденции и дисперсия за двете части на теста

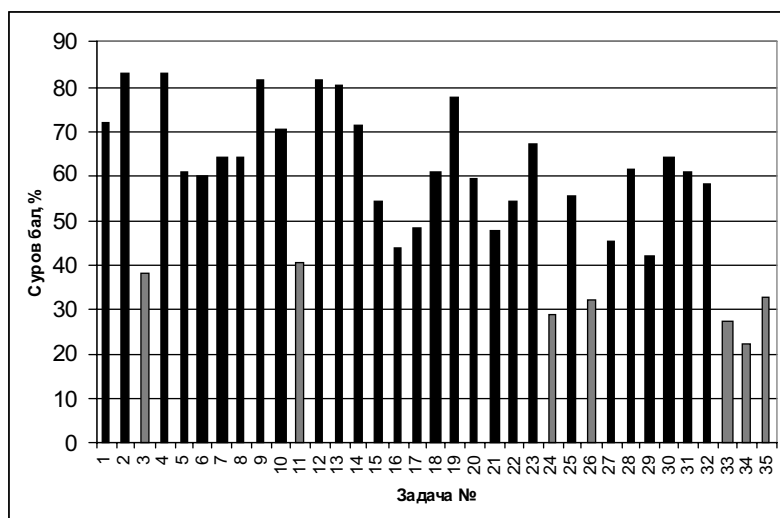
Централни тенденции	Част 1		Част 2	
	точки	процент	точки	процент
\bar{X}	15,5	62,0%	12,9	43,0%
<i>Med</i>	16,0	64,0%	13,1	43,7%
<i>s</i>	4,5	18,0%	7,3	24,3%

Сравнението на централните тенденции показва, че постиженията на учениците във втората част на теста са значително по-ниски отколкото по първата. Като се има предвид, че дисперсията е мярка за нееднородността на резултатите [8,9], може да се каже че тя е особено значима по отношение на втората част на теста — $s = 24,3\%$. Това се потвърждава и от сравнението на двете части на теста, изразени чрез разпределението на суровите тестови балове (Фиг. 1).



Фиг. 1. Сравнение на резултатите за двете части на теста

Разликата може да се обясни с различни причини. Тук ще обърнем внимание на трудността на задачите от двете части на теста. Тя се определя въз основа на получените резултати от изследваната извадка, при изчисляване на броя на точките, получени от всички тествирани за дадена задача, спрямо максималния брой точки за същата задача [2,10]. На фиг. 2 е представена относителната трудност на задачите от използвания тест.



Фиг. 2. Трудност на задачите от теста

Задачи с относителна трудност под 40% се приемат за трудни. Както се вижда от фиг. 2, в тази категория попадат три задачи от първата част на

теста (№ 3, 11 и 24) и четири задачи от втората част на теста (№ 26, 33, 34, 35). Тези задачи проверяват знания и умения, свързани с основни стандарти от държавните образователни изисквания (Таблица 2). Затова резултатите от тях, макар и ниски не могат да бъдат пренебрегнати и ще бъдат коментирани допълнително.

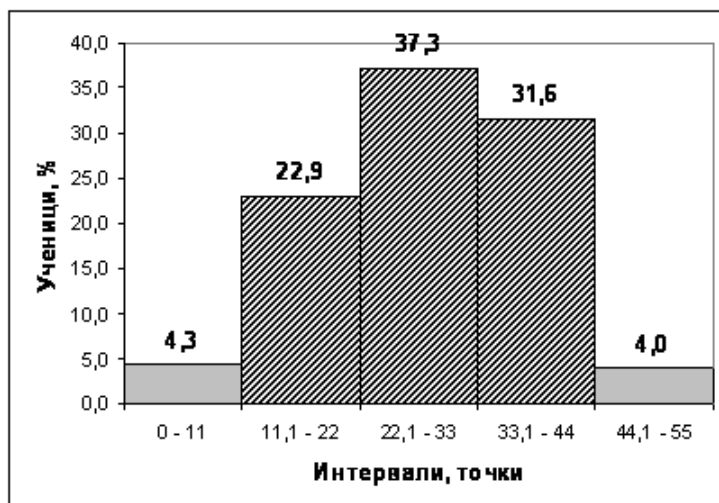
Обсъждане на резултатите от теста

Централните тенденции на тестовия бал — средна стойност \bar{X} и медиана *Med*, и дисперсията *s* са представени в Таблица 5.

Таблица 5. Централни тенденции и дисперсия на резултатите за теста

Централни тенденции	Тест	
	точки	процент
\bar{X}	28,4	51,6%
<i>Med</i>	28,5	51,8%
<i>s</i>	10,0	18,2%

Съвпадението на стойностите на централните тенденции показва, че разпределението на резултатите от постиженията на учениците, измерени с дадения тест, е близко до нормалното. За да проследим тази тенденция оценъчната скала от 55 точки разделихме на 5 интервала, така че всеки от тях да представлява 20% от максималния бал. Разпределението на всички тествани ученици в тези оценъчни интервали е представено на фиг. 3.



Фиг. 3. Разпределение на резултатите от теста за всички изследвани ученици от X клас в 20% балови интервали

Хистограмата показва, че учениците с много слаби резултати от целия тест са сравнително малко на брой — само 4,3% (под 11 точки, 20% от максималния бал). Съизмерим с тях — 4%, е и броят на учениците с отлични постижения (над 44 точки, 80% от максималния брой). Така постиженията на повече от 90% от изследваните ученици са в централните интервали (от 11 до 44 точки).

Тук възниква въпросът: „Как трябва да се тълкуват тези резултати?“. Те са много добри, ако целта на изследването е диференциране на учениците по учебните им постижения. От друга страна, ако се има предвид изискването стандартите да са постижими за около 80% от учениците²⁾ тези резултати съвсем не удовлетворяват. Такава неяснота затруднява не само изследователи, учители и ученици, но възпрепятства цялостното оценяване на качеството на средното образование. Това още веднъж показва, че ДОО за учебно съдържание, разработени въз основа на рамката от 1999 година, не са достатъчни и не трябва да се използват като единствен критерий за външно оценяване на постиженията на учениците.

Представените резултати от теста дават най-обща представа за постиженията на учениците, но не разкриват проблемните области. Затова се насочихме към анализ на задачите с най-висока трудност за изследваната извадка.

Задача № 3 е отнесена към Ядро 3, стандарт „Описва приложение на изучавани вещества“ и е решена само от 38% от учениците (фиг. 2). Не може да се каже, че този резултат е изненадващ, предвид подчертаното теоретизиране на обучението по химия у нас за сметка на практическата приложимост на химичните знания. Потвърждение на този факт е констатирано и в отговори на ученици на Държавните зрелостни изпити по Химия и опазване на околната среда. Ученик, който вярно изразява с химично уравнение взаимодействието на алуминий със солна киселина, на въпроса: „Дайте пример за използване на алуминия в практиката“, отговаря „Алуминият се използва за писане на химични уравнения“. Не е ясно дали ученикът е проявил чувство за хумор или по-скоро е научил, че основното предназначение на веществата е писането на уравнения [11]. Ясно е обаче, че приложната страна на химията не е приоритет в подготовката на учениците у нас. Учебните програми в европейските страни се ориентират все повече към ключовите компетености³⁾ и към връзката на химичните знания с околния свят, със значението и приложението им.⁴⁾ Това трябва да се има предвид при актуализирането на ДОО и учебните програми. Ядро 3. Приложение на веществата от настоящите ДОО, според нас, е по-уместно да се назове „Значение на веществата и опазване на околната среда“, за да се обърне по-сериозно внимание не само върху приложението, но и върху прак-

тическото и биологичното значение на веществата и връзката им с проблемите на околната среда. Естествено за така промененото ядро трябва да се формулират и нови стандарти, отразяващи съдържанието му. Особено значение ще има конкретизацията на тези стандарти в учебните програми за гимназиялния етап.

Задача № 11 проверява Стандарт „Познава закономерности, свързани с топлинните ефекти, скоростта на химичните процеси и химичното равновесие“ към Ядро 4. „Химични процеси“. Около 60% от учениците не са дали правилен отговор. Към същия стандарт се отнася и задача № 26, в която учениците трябва да обяснят даден факт и да представят резултати графично. Експериментално определената трудност на тази задача е 32%, което показва, че много малко са учениците, дали вярно и пълно решение на задачата. Посочените задачи проверяват не само химични знания, но и умения, свързани с обяснение, представянето му в кратък текст, разчитане на графики и схеми и прилагане на изучавани закономерности в графична форма. Очевидно е, че тези умения не са формирани в необходимата степен. Тези изводи се потвърждават и в международните изследвания PISA⁵⁾ и TIMSS⁶⁾ [12, 13]. По данни от PISA, на задача от категорията „Научно обяснение“, само 30% от българските ученици са отговорили правилно на въпрос, проверяващ умения за извличане на данни от графика и за аргументиране на извод. Още по-тревожен е фактът, че голяма част от нашите ученици изобщо не са работили по съответните задачи. Такъв е случаят и с изследваните от нас десетокласници — 39% изобщо не са отговаряли на задача № 26.

Къде да търсим причините? Частичен отговор на този въпрос откриваме в анкета, проведена с учители по природни науки за целите на проект, свързан с външното оценяване.⁷⁾ На въпроса: „Необходимо ли е във външното оценяване да се включи и построяване и тълкуване на таблици, графики, диаграми, схеми, модели?“ точно наполовина (50% — 50%) са разделени преподавателите в отговорите си. Приблизително толкова е и процентът на учителите (51%), които декларират, че използват такива задачи в клас. Само една трета (33,1%) смятат, че е нужно да се задават задачи за съставяне на кратък текст и само 30,9% — задачи за разбиране на научно-популярен текст. Още по-малко са учителите, които заявяват, че правят това — съответно 26,5% и 19,9%. Не може да гледаме оптимистично на тези отговори. Трябва да подчертаем, че формирането на посочените умения не е проблем, който се отнася само до обучението по химия. Тук става въпрос за формиране на ключови компетентности по природните науки, необходими за целия живот.

Има ли решение проблемът? Отговорът е *да* и трябва да се потърси в държавните образователни изисквания за учебно съдържание. За съжаление в сега действащата нормативна документация не са застъпени в достатъчна степен стандарти, които изискват формирането на тези умения, от тук съвсем естествено те излизат от ползрението на учителя в ежедневната му работа. В този смисъл наложително е в предстоящото преработване на държавните образователни изисквания за учебно съдържание и учебните програми да се постави акцент върху уменията за работа с графично и схематично представени данни чрез включване на нов стандарт: „Интерпретира информация, представена чрез текст, схеми, диаграми, графики, таблици“.

Задача № 24, проверява стандарт „Познава основни физични величини и връзки между тях“ от Ядро 5 „Експеримент и изследване“. Тази задача също се оказва трудна за голяма част от учениците. Една от причините за ниската успеваемост може да се потърси в самото структуриране на учебното съдържание. Основите на стехеометричните изчисления се поставят в прогимназиалния етап, а в гимназиалния етап те са отразени епизодично в учебната програма за X клас. Това не осигурява приемственост и условия за прилагане на количествените зависимости, които са естествена част от практико-приложната страна на химията. От друга страна формулировките на ядрото и на стандарта не насочват към конкретно учебно съдържание и свързаните с него умения. В този смисъл предлагаме да се преформулира Ядро 5 на „Експеримент, изследване и изчисление“, а стандартът, свързан с химичните изчисления, да се конкретизира, както по отношение на величините, така и на очакваните действия с тях например „Решава задачи, свързани с основни величини — маса, обем и количество вещество, масова част и молна концентрация“. Естествено в учебните програми и за 9., и за 10. клас, този стандарт трябва да присъства със съответни подстандартни.

Към Ядро 5. се отнася и стандарт „Планира химичен експеримент и използва получените данни за изводи и заключения“. Задачите, които проверяват постиженията, свързани с него, са № 33 и № 34. Задача № 33, включва планиране на експеримент, който е достъпен и много често се използва за извеждане на Реда на относителна активност на металите в учебните помагала. Учениците са постигнали 27% от максималния брой точки. Очевидно е, че планирането дори на познат експеримент е препятствие за тях. Подобни са и резултатите от задача № 34 (22% от максималния бал), в която се изисква планиране на експеримент върху познато учебно съдържание. Основна грешка, която се наблюдава в работите на уче-

ниците, работили по задачата, е означаването с уравнения на възможни взаимодействия между предложените вещества, но не и планиране на експерименти и схематичното им представяне. Явно в обучението е нарушен балансът, като приоритет се дава на означаването на свойствата на веществата с химични уравнения, а умения, свързани с описване, планиране, представяне на специфични за химията дейности остават на заден план. Тези заключения се потвърждават и от други изследвания. [11,14]. Задачи, в които присъстват елементи от химичен експеримент, в каквато и да е форма винаги затрудняват учениците. Учителите са наясно с това и неслучайно експертите оценяват задачи № 33 и 34 като трудни — 4,5 и 4 при петстепенна цифрово-вербална скала (4 — по-скоро трудна, отколкото лесна, 5- много трудна). Очевидно експерименталната работа в училище е занемарена. Оскъдната експериментална база не може да оправдае това, защото в много случаи опитите и наблюденията могат да се извършат и с подръчни и евтини средства. В държавите с високи постижения в областта на природните науки уроците се изграждат върху учебния експеримент. Финландия е страна, която се отличава с най-висок дял ученици (повече от 20%) на двете „престижни“, най-високи равнища на постижения от учениците по резултати на PISA. В периода 1996 и 2002 г. във Финландия е разработена специална програма за поощряване на отличните постижения по природни науки, като особен акцент е поставен върху използването на експерименти в обучението по природни науки и насърчаването на интереса към изучаването им.⁸⁾

Според нас, за да се обърне по-голямо внимание на използването на учебен химичен експеримент, е необходимо в Ядро 5 да се отделят ясно два стандарта — за планиране на експеримент и за използване на данните от него за изводи и заключения, със съответната конкретизация в учебната програма. Например:

Планира химичен експеримент

- Подбира вещества, апаратура и пособия за осъществяване на химичен експеримент.
- Използва качествени реакции за доказване на йони.
- Използва качествени реакции за доказване на органични съединения.

Използва данни от химичен експеримент за изводи и заключения.

- Описва наблюдения и резултати от химичен експеримент.
- Илюстрира с графики данни и резултати от химичен експеримент.

Заклучение

На фона на общо добрите резултати от изследването на постиженията на десетокласниците по Химия и опазване на околната среда се открояват следните проблемни области в обучението: 1) връзка между свойствата на веществата и значението им; 2) планиране, провеждане и изводи от химичен експеримент; 3) обяснение и представянето му в кратък текст; 4) работа с графики и схеми.

Първата от тези области се отнася до конкретни фактически химични знания, при това приложни. Оказва се, че учениците много по-добре се справят със сложни преходи и уравнения (задачи № 30 и 31), отколкото с приложенията на знанията в реална житейска ситуация.

Втората проблемна област засяга съществен елемент от обучението — формирането на практически умения. Химията е преди всичко експериментална наука, а в обучението химичният експеримент има не само познавателна, но и мотивационна функция. За съжаление тя не може да се реализира, ако учениците само пасивно наблюдават демонстрации, без самостоятелно да планират и осъществяват експерименти.

Затрудненията при обяснения и представяне на аргументи се забелязват не само в настоящето изследване, но и в международни изследвания и в държавните зрелостни изпити. Съставянето на кратък текст е общоучебно умение, което се свързва с реализирането на компетенциите по роден език в разнообразен образователен контекст, в случая по химия. Химията не е само наука на символите. Необходимо е чрез нея да се развият и речевата култура, и комуникативните способности на учениците.

Съвременният свят е залят с графична или схематизирана информация. Тя е на телевизионния екран, на компютърния екран, във вестниците, в рекламите. С такава информация работят хора от много професии в най-различни области. Работата със схеми и графики, тяхното разбиране или съставяне е не само общоучебно умение, а елемент от научната грамотност на съвременния човек. Едва ли е възможно, обаче усвояването на това умение само в часовете по математика. Основен дял в него имат и природните науки, в това число и химията.

Резултатите от това и подобни изследвания е добре да бъдат взети предвид при актуализиране на ДООИ за учебно съдържание и при разработване на бъдещи ДООИ за оценяване и за учебна среда

Благодарност: Проведеното изследване, свързано с учебните постижения на учениците по Химия и опазване на околната среда според Държавните образователни изисквания, е осъществено с финансовата подкрепа на Фонд научни изследвания към Софийския университет „Св. Климент Охридски“ по договор №110/2009 година.

БЕЛЕЖКИ

1. Доклад на 43-та Национална конференция на учителите по химия в Ловеч, 26-28 ноември 2009 г.
2. Рамкови изисквания на Министерство на образованието и науката за разработване на Държавните образователни изисквания за учебно съдържание. София, юли 1999. В. *АзБуки*, бр. 23/1999 г.
3. Ключови компетентности. Европейска референтна рамка. МОН, София, 2007.
4. Science Teaching in Schools in Europe. Policies and Research. Eurydice Report, 2006. http://eacea.ec.europa.eu/ressources/eurydice/pdf/0_integral/081EN.pdf
5. PISA (Programme for International Student Assessment) — Програма за международно оценяване на учениците.
6. TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) — Проучване на тенденциите в образованието по математика и природни науки.
7. Анкетата е проведена през ноември 2009 г. с учители по културно-образователна област „Природни науки, екология и здравно образование“ по проект „Разработване на система за оценка на качеството на средното образование“ Дейност 2 „Разработване на рамка за външно оценяване и методология за конструиране на надежден и валиден инструментариум за оценяване; определяне на връзката и съпоставимостта на резултатите между отделните цикли“. Проектът е на МОМН — ЦКОКО и се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси“ 2007 — 2013, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз.
8. Профил на учениците с постижения на най-високите равнища в програмата за международно оценяване на учениците. http://www.ckoko.bg/images/stories/TopPerformers_report.pdf

ЛИТЕРАТУРА

1. **Стаменов, Ст.** (ред). *Методология и технология за създаване на държавните образователни стандарти*. НИО, София, 2000.
2. **Тафрова — Григорова, А.** *Съставяне на тестове. Приложено към обучението по химия*. Педагог 6, София, 2007.
3. **Boiadjieva, E., M. Kirova, A. Tafrova-Grigorova.** On the Application of the State Core Curricula Requirements and the Programme of Study of Chemistry and Environmental Protection in the 10th Form of the Secondary School. *Chemistry* **17**, 6-15 (2008) [In Bulgarian].
4. **Boiadjieva, E., M. Kirova, A. Kuzmanov, A. Tafrova-Grigorova.** Educational Goals and Their Importance in Achievement Test Construction. *Chemistry* **17**, 339-358 (2008) [In Bulgarian].
5. **Tafrova-Grigorova, A., M. Kirova, E. Boiadjieva, A. Kuzmanov.** State Educational Requirements: Expectation and Reality. *Chemistry* **17**, 411-423 (2008) [In Bulgarian].
6. **Cronbach, L. J.** Coefficient Alpha and the Internal Structure of Tests. *Psychometrika* **16**, 297-333 (1951).
7. **Cronbach, L. J.** Test Validation. In.: Thorndike, R.L. (Ed.) *Educational Measurement*. American Council of Education, Washington, 1971, pp. 443-507.
8. **Ebel, R. L.** *Measuring Educational Achievement*. Prentice-Hall, Upper Saddle River, 1972.
9. **Brown, F. G.** *Principles of Educational and Psychological Testing*. Dryden Press Hinsdale, 1970.

10. Стоянова, Ф. *Тестология за учители*. Атика, София, 1996.

11. Dimitrova V., S. Manev, A. Tafrova-Grigorova. Using the Results of the Chemistry and Environment State Matriculation Exams to Improve Quality of Teaching and Learning. *Chemistry* **19**, 23-33 (2010) [In Bulgarian].

12. Петрова, С., Н. Василева. *Природните науки, училището и утрешният свят. Резултати от участието на България в Програмата за международно оценяване на учениците PISA – 2006*. ЦКОКО, София, 2007.

13. Martin, M.O., I.V.S. Mullis, P. Foy. *TIMSS 2007 International Science Report: Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston, 2008.

14. Tafrova-Grigorova, A., E. Boiadjieva, M. Kirova, A. Kuzmanov. External Evaluation in Students' Achievements: Chemistry and Environment – 9th Grade. *Chemistry* **18**, 94 -123 (2009) [In Bulgarian].

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

ТЕСТ 10. КЛАС

Ученик:

Възраст:

Пол:

Училище:

Клас:

Успех по Химия и опазване на околната среда:
от 9 клас

от първия срок на 10. клас

Уважаеми ученици,

Тестът съдържа 35 тестови задачи, разпределени в две части.

Част I включва 25 задачи (от 1 до 25) с по четири възможни отговори, от които само един е верен. Изберете един от четирите предложени отговора и го отбележете с кръстче на приложената таблица за отговори.

	а	б	<input checked="" type="checkbox"/>	г
--	---	---	-------------------------------------	---

При грешка, затъмнете изцяло сгрешеното квадратче и попълнете друго, съответно на отговора Ви, по указания начин.

Част II включва 10 задачи (от 26 до 35) със свободен отговор (допълване, кратък текст, изразяване на химични съединения с формули или на реакции с химични уравнения и др). При решаването на задачите следвайте указанията за всяка задача. Записвайте отговора на означеното място.

Приемат се всички начини за изразяване на химичните взаимодействия с химични уравнения, ако са верни.

Успешна работа!

ЧАСТ I.

1. Атомите на химичен елемент имат 4 електрона в шестия, най-външен електронен слой.

В коя група и кой период на Периодичната система е този елемент и какъв вид просто вещество образува?

Отговор	ГРУПА	ПЕРИОД	ПРОСТО ВЕЩЕСТВО
а)	VIA	4	неметал
б)	IVA	4	неметал
в)	IVA	6	метал
г)	VIB	6	метал

2. Определете степента на окисление на елемента Cr в съединенията: CrO, Cr₂O₃, K₂Cr₂O₇.

В кой ред правилно са посочени съответните степени на окисление:

- а) +2, +3, +6
- б) +1, +6, +7
- в) +2, +6, +7
- г) +2, +6, +6

3. Какво покритие ще подберете за железен стълб, изложен на атмосферни въздействия:

- а) миний Pb₃O₄
- б) медно покритие Cu
- в) меден оксид CuO
- г) цинков сулфат ZnSO₄

4. Лекар установява следните симптоми - почерняване на венците, треперене на крайниците, повишена възбудимост. Поставя диагноза „сатурнизъм“. Посочете причината за това заключение:

- а) остро отравяне с медни съединения
- б) хронично отравяне с оловни съединения
- в) отравяне с цинков оксид
- г) ниско съдържание на желязни йони в организма

5. Процесът $Zn + Mg(NO_3)_2 \rightarrow$

- а) не протича, защото цинкът е по-силен редутор от магнезия
- б) не протича, защото цинкът е по-слаб редутор от магнезия
- в) протича, защото магнезият е по-силен редутор от цинка
- г) протича, защото магнезиевите йони са по-слаби окислителни от цинковите йони

6. Дисоциацията на електролити във воден разтвор се дължи на:

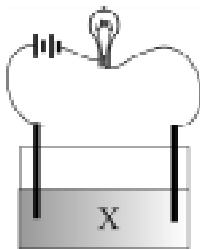
- а) нагряване на разтвора
- б) протичане на електрически ток
- в) полярността на водните молекули
- г) хаотичното движение на водните молекули

7. Във воден разтвор $CaCl_2$ е силен електролит, защото химичните връзки в него са:

- а) ковалентни силно полярни
- б) ковалентни слабо полярни
- в) ковалентни неполярни
- г) йонни

8. Електрическата лампа (фиг. 1.) ще свети, ако X е

- а) захарен разтвор
- б) твърд NaCl
- в) етилов алкохол
- г) разтвор на KNO_3



фиг. 1.

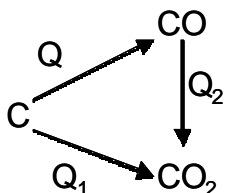
9. Медният сулфат се използва за получаване на Бордолезов разтвор, с който се пръскат лозите. Разтворът на меден сулфат, обаче, има $pH < 7$ и може да увреди листата на растенията. Затова към него трябва да се прибави:

- а) $Ca(OH)_2$ — варно мляко
- б) $NaCl$ — готварска сол
- в) CH_3COOH — оцетна киселина
- г) HCl — солна киселина

10. В таблицата са представени данни за получаването, калоричността и продуктите от изгаряне на някои горива.

Гориво	Получаване	Калоричност kJ/g	Продукти от изгарянето
Метан CH_4	природен газ	56	CO_2, H_2O
Етилов алкохол C_2H_5OH	захарна тръстика, царевица	30	CO_2, H_2O
Водород H_2	преработка на метан или чрез електролиза на вода	142	H_2O

11. Дадена е следната реакционна схема:



По кое от посочените уравнения може да се изчисли Q ?

- а) $Q = Q_1 - Q_2$
- б) $Q = Q_2 - Q_1$
- в) $Q = Q_2 + Q_1$
- г) $Q = (Q_1 - Q_2) - (Q_2 - Q_1)$

12. Изразът за средната скорост на една химична реакция е:

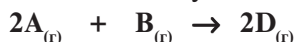
$$v_{\text{ср.}} = \frac{C_2 - C_1}{t}$$

$$v_{\text{ср.}} = \frac{C_1 - C_2}{t}$$

$$v_{\text{ср.}} = \pm \frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1}$$

$$v_{\text{ср.}} = \pm \frac{t_1 - t_2}{C_1 - C_2}$$

13. Ако реакцията между газовете **A** и **B** протича по уравнението:



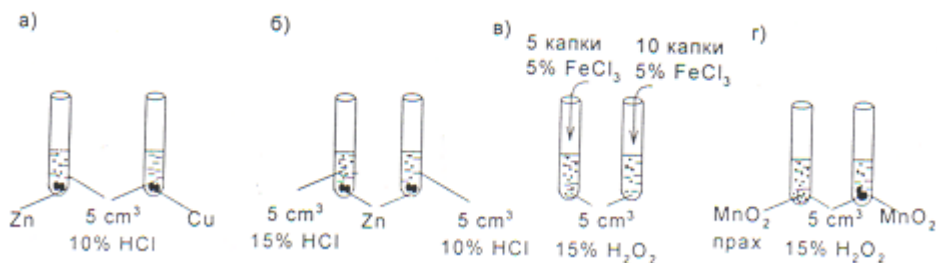
Кинетичното уравнение на реакцията е:

- а) $v = k \cdot c(A) \cdot c(B)$ в) $v = k \cdot c^2(D)$
 б) $v = k \cdot c(B)$ г) $v = k \cdot c^2(A) \cdot c(B)$

14. При повишаване на температурата в една реакционна система скоростта на процеса:

- а) винаги се повишава
 б) винаги се понижава
 в) никога не се променя
 г) може да се повиши или да се понижи

Схемите на фигура 2 се отнасят за задачи 15, 16, 17.



Фиг. 2

15. Коя от опитните постановки на фиг. 2. илюстрира влиянието на концентрацията на веществата върху скоростта на химичната реакция?

- а) б) в) г)

16. Коя от опитните постановки на фиг. 2 илюстрира влиянието на природата на веществата върху скоростта на химичната реакция?

- а) б) в) г)

17. Кой от означените опити на фиг. 2 се отнася за хетерогенна катализа?

- а) б) в) г)

18. Коя от характеристиките **НЕ** се отнася за състояние на химично равновесие?

- а) скоростите на правата и обратната реакции са равни
- б) концентрациите на всички вещества в равновесната система са постоянни
- в) зависи от температурата
- г) концентрациите на всички вещества в равновесната система са равни

19. Системата $A_{(r)} + B_{(r)} \rightleftharpoons D_{(r)}$ е в химично равновесие. Ако се увеличи концентрацията на веществото **A**:

- а) ще се увеличи в по-голяма степен скоростта на правата реакция
- б) ще се увеличи в по-голяма степен скоростта на обратната реакция
- в) ще се увеличи скоростта и на правата, и на обратната реакция
- г) няма да се промени скоростта нито на правата, нито на обратната реакция

20. Коя от следните характеристики **НЕ** се отнася за процеса осмоза:

- а) извършва се насочено движение на частици без външна намеса
- б) разтвори с различна концентрация са разделени с полупропусклива преграда
- в) разтвори с еднаква концентрация са разделени с полупропусклива преграда
- г) разтвор и чист разтворител са разделени с полупропусклива преграда

21. Парното налягане на воден разтвор на глюкоза в сравнение с парното налягане на чистия разтворител е:

- а) еднакво
- б) по-високо
- в) по-ниско
- г) по-високо или по-ниско в зависимост от концентрацията на разтвора

22. Как се променят температурата на кипене (T_k) и температурата на замръзване (T_z) при разреждане на разтвор на NaCl?

отговор	T_k	T_z
а)	понижава се	понижава се
б)	повишава се	повишава се
в)	понижава се	повишава се
г)	повишава се	понижава се

23. Масовата част на разтвор, получен от 50 g захар и 150 g вода, е:
- а) 30%
 - б) 3%
 - в) 2,5%
 - г) 25%

24. При разтваряне на 2 mol KNO_3 във вода е получен разтвор с обем 500 cm^3 .

Моларната концентрация на разтвора е:

- а) $c(\text{KNO}_3) = 0,25 \text{ mol/dm}^3$
- б) $c(\text{KNO}_3) = 0,4 \text{ mol/dm}^3$
- в) $c(\text{KNO}_3) = 1 \text{ mol/dm}^3$
- г) $c(\text{KNO}_3) = 4 \text{ mol/dm}^3$

25. При разреждане на концентрирана сярна киселина с вода:

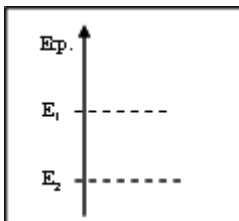
- а) водата се прибавя на порции към киселината при разбъркване
- б) киселината се прибавя на порции към водата при разбъркване
- в) киселината и водата се изливат едновременно при разбъркване
- г) киселината и водата се изливат бавно и едновременно без разбъркване

ЧАСТ II

26. В затворен съд протича химичната реакция: $2\text{SO}_{2(r)} + \text{O}_{2(r)} \rightarrow 2\text{SO}_{3(r)}$.

А) Скоростта на реакцията намалява с времето. Обяснете защо.

Б) Средната енергия на изходните вещества е E_1 , а на продуктите на реакцията — E_2 . Нанесете топлинния ефект на реакцията в енергетичната диаграма и определете вида на реакцията според него.



Реакцията е

27. При какви условия трябва да се проведе синтезата на амоняк:
 $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3 + Q$, за да се получи възможно най-бързо максимален добив?

Използвайте изразите: *да се повиши; да се понижи; да се прибави; няма значение.*

За по-висока скорост:

концентрация на изходните вещества

налягане

катализатор

температура

За по-висок добив:

концентрация на изходните вещества

налягане

катализатор

температура

28. Лекар препоръчал на пациент да пие само слабокиселинни или неутрални минерални води. Посочете кои води са най-подходящи за пациента, като имате предвид таблицата със стойностите на рН на някои български минерални води:

Минерална вода	рН	Минерална вода	рН	Минерална вода	рН
Горна баня	9,90	Велинград	9,15	Панчарево	7,20
Банкя	9,80	София	8,90	Овча купел	7,00
Девин	9,50	Вършец	8,40	Михалково	6,30

Слабо киселинни и неутрални са следните минерални води:

.....

29. Отговорете на въпроса, като заградите с кръгче *Да* или *Не*:

Ще протече ли реакция, ако се смесят разтвори на:

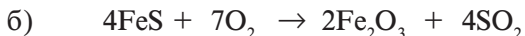
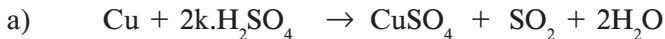
А) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ и Na_2S *Да / Не* ;

Б) BaCl_2 и Na_2SO_4 *Да / Не* ;

В) NaNO_3 и CuSO_4 *Да / Не ?*

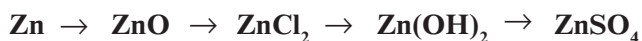
Изразете с пълни йонни и съкратени йонни уравнения възможните взаимодействия.

30. Дадени са уравнения на химични реакции:



Окислително-редукционни процеси са, защото

31. Изразете с химични уравнения преходите:



32. Кой от посочените в таблица 1. индикатори ще използвате за определяне на рН на разтвори на сода за хляб, сапун за пране, оцет и бистра варна вода $\text{Ca}(\text{OH})_2$? В таблица 2 нанесете избрания индикатор и очаквания му цвят в различните проби!

Таблица 1.

Индикатор	Характер на разтвора		
	киселинен рН<7	неутрален рН=7	основен рН>7
лакмус	червен	виолетов	син
фенолфталеин	безцветен	безцветен	малиновочервен
универсален индикатор	червен	зелен	син

Таблица 2.

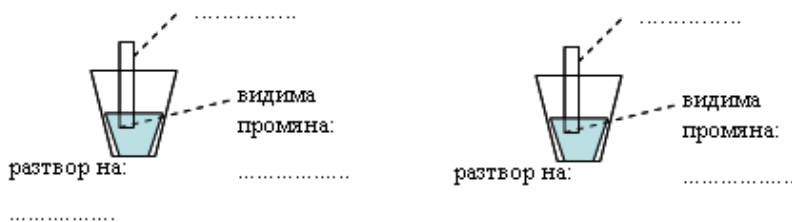
Проба	Индикатор	Цвят
разтвор на оцет	
разтвор на сода за хляб		
разтвор на сапун за пране		
бистра варна вода $\text{Ca}(\text{OH})_2$		

33. Въз основа на експериментална работа ученик от 10. клас подредил металите Ag, Cu и Fe по намаляване на способността им да отдават електрони (редукционни свойства) по следния начин: Fe, Cu, Ag.

Подберете минималния брой реактиви, за да докажете неговия резултат:

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1. Fe- тел | 4. Ag - тел |
| 2. Cu- тел | 5. разтвор на CuSO_4 |
| 3. разтвор на FeCl_3 | 6. разтвор на AgNO_3 |

В схемите нанесете реактивите и очакваните видими промени!



34. Ученик от 10. клас разполага със следните реактиви:

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------------|
| 1. разтвор на CuSO_4 | 4. разредена H_2SO_4 |
| 2. разтвор на NaOH | 5. CuO - прах |
| 3. Cu - стружки | 6. разредена HCl |

Кои от тях трябва да избере, за да получи най-икономично и бързо $\text{Cu}(\text{OH})_2$ и да докаже амфотерните му свойства?

Направете схема на етапите на експерименталната работа. За всеки етап посочете необходимите реактиви.

35. Повечето цветни метали се получават от сулфидни руди. Кое от изброените вещества е основен замърсител на въздуха при тези производства?

- а) H_2S
- б) CO_2
- в) SO_2
- г) NO_2

Означете с химично уравнение получаването на този замърсител от ZnS.

Резултати от експертната оценка на задачите от теста

Задача	Експерт №									Средна оценка
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0
2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0
3	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4,7
4	4	4	5	5	5	5	5	5	3	4,6
5	5	5	5	5	5	5	5	3	4	4,7
6	5	5	3	5	4	4	4	3	5	4,2
7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0
8	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4,9
9	5	4	1	5	5	4	5	3	5	4,1
10	5	5	5	5	5	5	5	3	5	4,8
11	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0
12	3	5	5	5	5	5	5	5	5	4,8
13	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0
14	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0
15	4	5	3	5	5	5	5	5	5	4,7
16	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4,9
17	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4,9
18	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4,9
19	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0
20	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0
21	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0
22	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0
23	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4,9
24	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4,9
25	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0
26	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0
27	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0
28	4	5	5	5	5	3	5	5	4	4,6
29	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0
30	5	5	2	5	5	5	5	5	5	4,7
31	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0
32	3	5	5	5	5	3	5	5	5	4,6
33	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4,9
34	3	5	5	5	5	5	5	5	5	4,8
35	3	5	5	5	4	4	5	4	5	4,4
Средно за експерт	4,5	4,9	4,7	5,0	4,9	4,8	5,0	4,7	4,9	
35*	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1,3

STUDENTS' ACHIEVEMENTS APPROVE THE STATE EDUCATIONAL REQUIREMENTS

Abstract. Results from national educational assessment of 1009 10-grade students in Chemistry and Environment school subject are being reported. The study has been carried out in different type of secondary schools and a variety of regions in Bulgaria. The attainment of the expected outcomes is assessed by a test which is designed on the basis of content standards and corresponding 10-grade programme of study. Experts judged that the test adequately and representatively measured what it was intended to be measured. Data of the test validity, reliability and some statistical indicators are presented and discussed. Comments on the difficult test items reveal some weak points in school chemistry education.

✉ **Dr. Milena Kirova, Dr. Elena Boiadjieva,
Dr. Adriana Tafrova-Grigorova**

Research Laboratory on Chemistry Education and History and Philosophy of
Chemistry, Department of Physical Chemistry,
University of Sofia, 1 James Bourchier Blvd., 1164 Sofia, BULGARIA

E-Mail: kirova_m@abv.bg

E-Mail: leni_b@abv.bg

E-Mail: a_grigorova@yahoo.com