

**ДИАГНОСТИЧЕН ИНСТРУМЕНТАРИУМ ЗА УСТАНОВЯВАНЕ НА
ПРИРОДОНАУЧНАТА ГРАМОТНОСТ НА УЧЕНИЦИТЕ В
ОБУЧЕНИЕТО ПО „ЧОВЕКЪТ И ПРИРОДАТА“
5. И 6. КЛАС (МОДУЛ ХИМИЯ)**

Антоанета А. Ангелачева, Денка П. Бъчварова
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“,
ОУ „Св. св. Кирил и Методий“, с. Труд, обл. Пловдив

***Резюме:** За диагностика на познавателните резултати от обучението в химичните модули на „Човекът и природата“ 5. и 6. клас с акцент върху природонаучната грамотност на учениците са разработени два дидактически теста. Чрез експертна оценка е доказана съдържателната валидност на тестовете, надеждността на системата за оценяване на резултатите от тестовете и стандарта за успешност. След изпробване на тестовете в представителни извадки от ученици в 5. и в 6. клас е направена оценка на трудността, на дискриминативната сила на задачите от теста и на надеждността на тестовете. Емпиричните резултати показват, че създадените дидактически тестове удовлетворяват описаните в литературата изисквания към диагностичните средства и ефективно биха могли да се използват за установяване на продуктивността на учебната дейност с акцент върху природонаучната грамотност на учениците при изучаване на модулите „Вещества и техните свойства“ 5. и 6. клас.*

***Ключови думи:** природонаучна грамотност, дидактически тестове*

**DIAGNOSTIC TOOLS FOR ASSESSMENT OF SCIENTIFIC
LITERACY OF STUDENTS IN TEACHING “MAN AND NATURE” 5TH
AND 6TH GRADE (CHEMISTRY MODULE)**

Antoaneta A. Angelacheva, Denka P. Bachvarova
University of Plovdiv “Paisii Hilendarski”

Primary School “St. st. Cyril and Methodius”, village of Trud, Plovdiv Province

***Abstract:** For diagnostics of cognitive learning outcomes in the chemistry modules of “Man and Nature” 5th and 6th grade two didactic tests have been developed with a focus on students’ scientific literacy. Content validity, reliability of the test scoring system, and the success standard were assessed through expert judgment. After testing the tests in representative samples of students in 5th and 6th grade has been evaluated the difficulty and the discriminative power of the test items, test-retest reliability. The empirical results show that the designed didactic tests satisfy the requirements described in the literature and could be effectively used for diagnostics of the productivity of the learning activity with an emphasis on the scientific literacy of the students in the study of the modules “Substances and their properties” 5th and 6th grade.*

***Keywords:** scientific literacy, didactic tests*

1. Увод

Научната грамотност включва научни идеи и концепции от различни научни дисциплини и научни практики. Когато в основата се полагат идеи и концепции от областта на природните науки, терминът се превежда на български език като *природонаучна грамотност* (Тафрова-Григорова, 2011; 2013; 2014).

Прегледът на специализираната литература показва съществуването на многозначни, понякога дори противоречиви разбирания за понятието *природонаучна грамотност*. В опит да бъде извлечен инвариант от разнообразните дефиниции и схващания могат да се обособят няколко същностни признака, представящи природонаучната грамотност на учениците в началото на XXI век. Тя е интегрална характеристика на индивида, обединяваща знания, умения, отношения и поведения, чието осмисляне и осъзнато прилагане за изследване и решаване на научнобазирани проблеми в специфичен контекст (личен, обществен, глобален) се насочва и регулира от процеса (и способността за) метапознание. В съдържателната структура на понятието *природонаучна грамотност* се очертават следните общи инвариантни признаци, които се явяват нейни съставлящи компоненти: (1) разбиране на основни елементи на фактическото и концептуалното знание за природата; (2) разбиране на същността на науката; (3) умение (и способност) да се прилагат знания за природния свят и за естеството на науката за обяснение на природни явления (изследване); (4) умение (и способност) за решаване и вземане на информирани решения на соционаучни проблеми в различен контекст (личен, обществен, глобален); (5) оценяване на взаимното влияние на природните науки, технологиите и обществото; (6) проява на отношение (ценностна нагласа и ориентация) към природните науки и отговорно поведение спрямо околната среда; (7) познание за собствените знания, познавателни действия, убеждения и поведения при изследване и решаване на проблеми от областта на природните науки (метапознание) (Коларова et al., 2017; Хаджиали, Коларова, 2016; Хугорский, 2007).

За формирането и развитието на природонаучна грамотност у учениците е целесъобразно да се прилагат и съчетават традиционни и съвременни форми, подходи, методи и средства при организиране на учебния процес, с активно включване на елементи на изследователския и на проблемния подход.

В тази връзка е разработена методика за ефективно планиране и реализиране на учебния експеримент с оглед формиране и развитие на природонаучна грамотност в процеса на обучение по химия (Ангелачева, 2023). В друга наша работа (Ангелачева, Бъчварова, под печат) създадената методика е конкретизирана за темите от химичните модули на учебния предмет „Човекът и природата“ 5.-6. клас. Ефективността на разработената методика върху познавателните резултати на учениците с акцент върху тяхната природонаучна грамотност е доказана чрез специално организирано експериментално изследване. За диагностика на резултатите от педагогическия експеримент са разработени два дидактически теста – тест „Вещества и техните свойства“ 5. клас (тест 1); тест „Вещества и химични реакции“ 6. клас (тест 2) (вж. Приложение 1).

Целта на настоящата работа е да се изследват качествата на конструирани тестови задачи и на тестове като цяло чрез осъществяване на априорен и на апостериорен анализ. На тази база да се достигне до обосновано решение за приложение на разработените дидактически тестове – (тест 1 „Вещества и техните свойства“ 5. клас и тест 2 „Вещества и химични реакции“ 6. клас) в обучението по химичните модули на „Човекът и природата“ 5. и 6. клас.

2. Методология на изследването

Дидактическите тестове са разработени въз основа на следните *критерии* и *показатели*:

– критерий фактически и концептуални знания за базисни химични факти и понятия с показатели правилност и пълнота на знанията (степената на съответствие между очакваните и получените от обучението резултати);

– критерий умения за прилагане на знанията при обяснение и при изследване на обекти и явления от околната среда с показатели умения за прилагане на овладените знания в познати (идентични и аналогични) и в непознати (нови) познавателни ситуации.

Задачите в тестовете имат за цел да проверят трите познавателни равнища от таксономията на Б. Блум – знание, разбиране и приложение (Bloom, 1976). Съотношението между задачите във всеки от двата теста е съответно: 7 задачи за проверка на знание, 6 задачи за проверка на разбиране и 3 задачи за проверка на приложение. Това разпределение е съобразено с изискването за съотношение между знание, разбиране и приложение, представено в учебните програми. Съдържанието на тестовите задачи включва най-значимите знания и умения, заложи като очаквани резултати в учебните програми на „Човекът и природата“ 5. и 6. клас, модул Химия.

Подредбата на тестовите задачи е осъществена въз основа на следните критерии:

- ✓ Според вида на отговорите (първите 14 задачи са с избираем отговор, а последните 2 – с кратък свободен отговор);
- ✓ Според характера на учебното съдържание (например задачи за състав и свойства на смеси, за видове смеси, за методи за разделяне на смеси, за състав и свойства на въздуха и на водата и т.н.);
- ✓ Според когнитивните равнища и познавателните области.

Спецификацията на тестовете (подробен списък от знания, умения и отношения, които могат да бъдат обект на контрол и оценка) е представена в таблици 1 и 2.

Таблица 1. Спецификация на тест „Вещества и техните свойства“ 5. клас

Задача №	Познавателна област	Оценявани компетентности
1	знание	Описва вещества по състав и по физични свойства.
2	знание	Описва смесите като съставени от две или от повече вещества.
3	знание	Дава примери за смеси в различно състояние.
4	знание	Избира методи за разделяне на смеси в зависимост от вида на сместа.
5	знание	Познава състава и свойствата на смесите.
6	знание	Познава постоянните и променливите съставни части на въздуха.
7	знание	Описва свойствата на водата.
8	разбиране	Разпознава методи за пречистване на замърсени води.
9	разбиране	Свързва кислорода с процесите горене и дишане.
10	разбиране	Различава свойства на водата.
11	разбиране	Сравнява свойствата на газовете, които влизат в състава на въздуха.
12	разбиране	Сравнява свойствата на водата и свойствата на водните разтвори.
13	разбиране	Разпознава неизчерпаеми източници на енергия.
14	приложение	Прилага знания за методите за разделяне на смеси.
15	приложение	Класифицира смеси по признаците състояние и еднородност.
16	приложение	Избира подходящ метод за получаване на наситен и на ненаситен разтвор.
<p>Критерии за оценяване на задачи от 1 до 14: За правилен отговор – 1 т.; за грешен отговор или при липса на отговор – 0 т. Максимален брой точки от задачите – 14 т.</p> <p>Критерии за оценяване на задачи 15 и 16: А) За правилно решение – 1 т.; при грешно решение или липса на решение – 0 т. Б) За правилно решение – 1 т.; при грешно решение или при липса на решение – 0 т. Максимален брой точки от задачите – 4 т.</p>		

Таблица 2. Спецификация на тест „Вещества и химични реакции“ 6. клас

Задача №	Познавателна област	Оценявани компетентности
1	знание	Познава начините за установяване физичните свойства на веществата.
2	знание	Свързва химичните реакции с превръщане на едни вещества в други, при което химичните елементи се запазват.
3	знание	Описва условия за протичане на химичните реакции.
4	знание	Описва признаци за протичане на химичните реакции.
5	знание	Познава по схема реакция на химично съединяване.
6	знание	Посочва изходните вещества и продуктите на химичните реакции.
7	знание	Познава физичните свойства на простото вещество желязо.
8	разбиране	Разпознава лабораторни методи за получаване на водород.
9	разбиране	Преценява коректното записване чрез схема на химичните свойства на простото вещество кислород.
10	разбиране	Различава съществени характеристики на простото вещество желязо.
11	разбиране	Различава физичните свойства на простото вещество кислород.
12	разбиране	Свързва международните предупредителни знаци за химична опасност със свойствата на простото вещество водород.
13	разбиране	Прилага закона за запазване масата на веществата при химичните реакции.
14	приложение	Прилага знания за промишлените и за лабораторните методи за получаване на кислород и на водород.
15	приложение	Означава със схема непозната (нова) химична реакция; определя изходните вещества и продуктите на реакцията.
16	приложение	Използва знания за физичните и за химичните свойства на веществата при непознато (ново) вещество.
<p>Критерии за оценяване на задачи от 1 до 14: За правилен отговор – 1 т.; за грешен отговор или при липса на отговор – 0 т. Максимален брой точки от задачите – 14 т.</p> <p>Критерии за оценяване на задачи 15 и 16: А) За правилно решение – 1 т.; при грешно решение или липса на решение – 0 т. Б) За правилно решение – 1 т.; при грешно решение или при липса на решение – 0 т. Максимален брой точки от задачите – 4 т.</p>		

3. Резултати и дискусия

Качествата на тестовете са проверени чрез статистическо изследване, което включва анализ на съставените задачи в следните аспекти:

а) *Априорен анализ* – извършен е от експерти-учители по химия. *Методът на експертната оценка* (експертиза) се използва, за да се осигури стандартният характер на разработените тестове и техните качества. Прилагането на този метод е съобразено с изискванията, описани в научната литература (Бижков, 1996). Експертната оценка е направена въз основа на конкретно формулирани критерии (вж. Приложение 2). За осъществяване на експертната всеки експерт оценява съответствието на всяка тестова задача по шест критерия, като със символ „+“ се означава положителен отговор (съгласие), а със символ „–“ – отрицателен отговор (несъгласие).

б) *Апостериорен анализ* – извършен след изпробване на тестовете в представителни извадки от ученици в 5. и в 6. клас от ОУ „Св. св. Кирил и Методий“, с. Труд и ОУ „Георги Бенковски“, с. Бенковски. Статистическата обработка на получените резултати е осъществена по отношение на трудността и на дискриминативната сила на задачите от тестовете, надеждността на тестовете.

Априорният анализ е извършен от 6 експерти – учители по химия с висока педагогическа квалификационна степен. Те попълват формуляри за оценка на тестовете по отношение на тяхната *съдържателна валидност, надеждността на предложената от авторите система за оценяване на резултатите от тестовете и стандарта за успешност* на тестовете (вж. Приложение 2).

За проверка на *съдържателната валидност* (съответствие между тестовата задача и посочената в спецификацията компетентност, която задачата е предназначена да диагностицира) експертите използват учебните програми по „Човекът и природата“ 5. и 6. клас. Количественият израз на това съответствие се изчислява с помощта на предложението от С. Лоши *коэффициент на съответствие CVR* (формула 1) (Бижков, 1996, 243):

$$CVR = \frac{n_e - N/2}{N/2} \quad (1), \text{ където}$$

n_e – брой на експертите, които оценяват положително задачата от теста;

N – общ брой на експертите.

Стойностите на коефициента могат да варират от -1 , когато нито един от експертите не е посочил, че тестовата задача съответства на целите, до $+1$, когато всички експерти приемат задачата като отговаряща на целите на изследването.

В конкретния случай, след заместване на данните от експертната оценка на тестовете във формула (1), получените числови стойности показват, че *съдържателната валидност* на отделните тестови задачи и на тестовете като цяло е добра (табл. 3 и 4).

Таблица 3. Оценка на *съдържателната валидност* на *тест 1*

Тестови задачи	1	2	3	4	5	6	7	8
Оценка на експертите (e)	+1/6e	+1/6e	+1/5e	+1/6e	+1/6e	+1/5e	+1/5e	+1/6e
CVR	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	0,67	0,67	1,00
Тестови задачи	9	10	11	12	13	14	15	16
Оценка на експертите (e)	+1/6e	+1/6e	+1/6e	+1/5e	+1/6e	+1/6e	+1/6e	+1/6e
CVR	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00
Съдържателна валидност на теста: CVR = 0.92 $-1 \leq CVR \leq +1$								

Таблица 4. Оценка на *съдържателната валидност* на *тест 2*

Тестови задачи	1	2	3	4	5	6	7	8
Оценка на експертите (e)	+1/5e	+1/6e	+1/5e	+1/5e	+1/6e	+1/5e	+1/5e	+1/6e
CVR	0,67	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00
Тестови задачи	9	10	11	12	13	14	15	16
Оценка на експертите (e)	+1/6e	+1/6e	+1/6e	+1/5e	+1/6e	+1/6e	+1/6e	+1/6e
CVR	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00
Съдържателна валидност на теста: CVR = 0.94 $-1 \leq CVR \leq +1$								

Надеждността на предложената от авторите система за оценка на постиженията на учениците се формира от общия тестови бал. Надеждността е определена от експертите по познатата скала: $+1$ – отразява съгласието на всеки от експертите с оценката на автора; 0 – колебание дали оценката на автора е коректна; -1 – несъгласие с оценката на автора. При отговор -1 е необходимо експертът да предложи оценка, която счита за коректна. Отговорите на експертите са отразени в таблици 5 и 6.

Таблица 5. Оценка на предложената от авторите система за оценяване на тест 1

Тестови задачи	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Оценка на експертите (е)	+1/ 6е	+1/ 6е	+1/ 6е	+1/ 6е	+1/ 6е	+1/ 6е	+1/ 6е	+1/ 6е	+1/ 6е	+1/ 6е	+1/ 6е	+1/ 6е	+1/ 6е	+1/ 5е	+1/ 5е	+1/ 5е
РА, %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	83	83	83

Таблица 6. Оценка на предложената от авторите система за оценяване на тест 2

Тестови задачи	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Оценка на експертите (е)	+1/ 6е	+1/ 6е	+1/ 6е	+1/ 6е	+1/ 6е	+1/ 6е	+1/ 6е	+1/ 6е	+1/ 6е	+1/ 6е	+1/ 6е	+1/ 6е	+1/ 5е	+1/ 5е	+1/ 6е	+1/ 5е
РА, %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	83	83	100	83

Обсъжданият показател се представя количествено с *коэффициента на съгласие* **РА** (percentage agreement), който показва какъв процент от експертите поддържат сходна оценка относно дадена категория спрямо общия брой оценки (формула 2) (Стоянова, 1996):

$$РА = \frac{\text{брой съгласия}}{\text{брой съгласия} + \text{брой несъгласия}} \cdot 100 \quad (2), \text{ където}$$

съгласието означава оценка (+1) на експерта, а несъгласието – оценка (0) или (-1).

Границите, в които варира коэффициентът **РА**, са между 70% и 100%. След заместване на данните от експертните оценки във формула (2), получените числови стойности на **РА** (табл. 5 и б) дават основание да се твърди, че надеждността на предложената от авторите оценъчна система е добра.

Чрез експертна оценка е определен и *стандартът (критерият) за успешност* **U**, който дава отговор на въпроса: Колко от задачите в теста трябва да бъдат решени, за да се счита, че са постигнати целите на теста?

За установяване *стандарта за успешност* **U** на теста на експертите са предложени данни от таблицата на К. Клауер (Бижков, 1996, 269). В нея се посочва колко задачи минимум (N_{\min}) трябва да са решени от тест с определена дължина (**N**), за да се приеме, че са постигнати целите на теста. Според таблицата при **N** = 16 минимумът вярно решени задачи трябва да е $N_{\min} = 12$ (при вероятност за грешка $p = 0,95$ и равнище на достоверност $\alpha = 0,01$).

Въз основа на данните от таблицата на К. Клауер експертите съотнасят предложението за стандарт за успешност с конкретния тест. Преобладаващото мнение на експертите съвпада с предложението на К. Клауер, т.е. **U** = 12.

Апостериорният анализ на тестовете е осъществен след тяхното апробиране в извадка от 70 ученици в 5. и в 6. клас. Получените данни и тяхната статистическа обработка са необходими за: определяне на *трудността* и на *дискриминативната сила* на задачите от теста; анализ на *дистракторите* (неверните отговори); установяване на *надеждността* на теста.

Трудността на задачите от теста е представена чрез *индекса на трудност* **P** (Бижков, 1996, 189). Той представлява отношение на броя ученици, които са решили вярно задачата, към общия брой на учениците (формула 3) (Бижков, 1996, 189):

$$P = \frac{N_R}{N} \cdot 100 \quad (3), \text{ където}$$

N_R – брой на учениците от изследваната група, които вярно са решили задачата, т.е. са постигнали поставената цел;

N – общ брой на учениците от групата.

В изследването преобладават задачите със средна трудност (с индекс на трудност 40-60%). Делът на лесните (над 60%) и на трудните (под 40%) задачи е малък. Индексът на трудност на задачите е представен в таблици 7 и 8.

Таблица 7. Оценка на трудността и на дискриминативната сила на задачите от тест 1

Тестови задачи	1	2	3	4	5	6	7	8
Трудност P, %	64	60	59	66	67	62	65	58
Индекс на дискриминативната сила DP	0,52	0,73	0,78	0,61	0,62	0,48	0,51	0,55
Тестови задачи	9	10	11	12	13	14	15	16
Трудност P, %	53	45	49	55	51	42	38	35
Индекс на дискриминативната сила DP	0,63	0,49	0,52	0,57	0,59	0,41	0,37	0,36

Таблица 8. Оценка на трудността и на дискриминативната сила на задачите от тест 2

Тестови задачи	1	2	3	4	5	6	7	8
Трудност P, %	62	64	69	70	71	66	65	55
Индекс на дискриминативната сила DP	0,54	0,53	0,68	0,61	0,42	0,62	0,77	0,45
Тестови задачи	9	10	11	12	13	14	15	16
Трудност P, %	56	44	49	47	51	43	34	33
Индекс на дискриминативната сила DP	0,51	0,49	0,76	0,74	0,43	0,45	0,35	0,32

С индекс на трудност 60-70% са задачи, които са подбрани на равнище знание (свързани са с възпроизвеждане на знания и умения в познати познавателни ситуации) и са с избираем отговор. Тези задачи са лесни и в най-малка степен затрудняват учениците.

С индекс на трудност 40-60% са задачи, подбрани на равнище разбиране (изискват приложение на знания и умения в аналогични ситуации, извършване на частично продуктивна дейност по зададен модел). Тези задачи са със средна трудност за изследваните ученици.

С индекс на трудност 30-40% са задачи, които са подбрани на равнище приложение (изискват прилагане на овладени знания и умения в непознати ситуации, извеждане на обобщения). Тези задачи са трудни за учениците, участващи в експерименталното изследване.

Статистическият анализ показва, че задачите от тестовете не се нуждаят от промяна по отношение на тяхната трудност.

Дискриминативната сила дава информация за възможността дадена задача да разграничи учениците, които са постигнали учебната цел, от тези, които не са успели. Определя се чрез метода на контрастните групи („силна“ и „слаба“ група), образувани въз основа на стандарта за успешност на теста. „Силната“ група включва ученици, които са постигнали целите на теста; „слабата“ група – ученици, които са решили по-малко от 12 задачи. Индексът на дискриминативната сила **DP** се изчислява по формула (4) (Бижков, 1996, 193):

$$DP = \frac{R_U - R_L}{1/2T} \quad (4), \text{ където}$$

R_U , R_L – брой на учениците, съответно в „силната“ и в „слабата“ група, които са решили вярно задачата;

T – общ брой на учениците, съответно в „силната“ и в „слабата“ група, които са решавали задачата.

Дискриминативната сила на задачите от тестовете е представена в таблици 7 и 8. Преобладаващата част от задачите имат много добра дискриминативност ($0.40 \leq DP \leq 0.60$) (Бижков, 1996, 192). Задачи с отлична дискриминативност ($DP \geq 0.60$) са 2, 3, 4, 5 и 9 от тест 1; задачи 3, 4, 6, 7, 11 и 12 от тест 2. С ниска дискриминативност ($DP < 0.40$) са задачи 15 и 16 от двата теста, които са със свободен отговор. За по-добра и обективна оценка на постиженията на учениците тези задачи могат да се преобразуват в задачи със структуриран отговор. Експерименталните данни показват, че задачите от конструираните тестове позволяват да се различат учениците, които са постигнали целите на теста, от тези, които не са ги постигнали.

Анализът на *дистракторите* (неверните отговори) трябва да установи дали и до каква степен те са приемливи за учениците, и доколко позволяват да се разграничат „силните“ от „слабите“ ученици (Бижков, 1996, 195). Данните от тестирането показват, че са изпълнени основните критерии, определени от Р. Берк, при анализа на дистракторите: (а) всеки от дистракторите е посочен от повече „слаби“ ученици, отколкото „силни“; (б) всеки дистрактор е посочен от няколко ученици от „силната“ група; (в) в „силната“ група нито един от дистракторите не е посочен повече пъти, отколкото верния отговор. Следователно дистракторите са приемливи за всички ученици и имат положителна роля за разграничаване на постиженията на учениците от двете групи.

Надеждността на теста е определена според трайността на резултатите от две тестирувания (тест/ретест), проведени в интервал от 4 седмици. За анализ на надеждността са използвани алтернативни признаци, тъй като от експертната оценка на теста са изведени определени стандарти за успешност. По тях учениците могат да се разграничат на „постигнали“ и „непостигнали“ целите на теста при неговото повторение.

Като показател за надеждността на теста е избран *коефициентът на корелация* ϕ , който дава информация за наличието на зависимост между резултатите от двукратното тестиране и също така описва силата на тази зависимост. Приема стойности от 0 до 1, и колкото по-високи са тези стойности, толкова по-надежден е конкретният тест. *Коефициентът* ϕ се изчислява по формула (5) (Бижков, 1996, 228):

$$\phi = \sqrt{\frac{\chi^2}{n}} \quad (5), \text{ където}$$

n – брой на учениците в извадката;

χ^2 – критерий, който показва дали съществува статистически значима корелация между резултатите от първото и от второто тестиране.

Критерият χ^2 се изчислява по формула (6) (Бижков, 1996, 227):

$$\chi^2 = \frac{(ad-bc)^2 \cdot n}{(a+b) \cdot (c+d) \cdot (a+c) \cdot (b+d)} \quad (6), \text{ където}$$

a и **d** отразяват броя на случаите, притежаващи или непритежаващи изследваните признаци (постигнали, респ. непостигнали целите при теста и при ретеста), **b** и **c** – броят на случаите, при които се притежава единия, но не се притежава другия признак (постигнали целите на теста, но непостигнали целите на ретеста или обратно).

За да се определи *коефициентът на корелация* ϕ , е необходимо резултатите от двукратното тестиране да се представят в таблица с четири полета (табл. 9 и 10).

Таблица 9. Трайност на резултатите от тест 1

Групи от изследвани ученици (ИУ)	Постигнали целите при Т и при РТ	Непостигнали целите при Т и при РТ	ИУ с трайни резултати (общо)
Експериментална група	a = 29	b = 6	a + b = 35
Контролна група	c = 7	d = 28	c + d = 35
ИУ с трайни резултати (общо)	a + c = 36	b + d = 34	n = 70
$\chi^2 = 27,68 > \chi^2_{0,01/1} = 6,64$ $\phi = 0,63$			

Таблица 10. Трайност на резултатите от тест 2

Групи от изследвани ученици (ИУ)	Постигнали целите при Т и при РТ	Непостигнали целите при Т и при РТ	ИУ с трайни резултати (общо)
Експериментална група	a = 30	b = 5	a + b = 35
Контролна група	c = 6	d = 29	c + d = 35
ИУ с трайни резултати (общо)	a + c = 36	b + d = 34	n = 70
$\chi^2 = 32,94 > \chi^2_{0,01/1} = 6,64$ $\phi = 0,69$			

От данните в таблици 9 и 10 може да се твърди, че надеждността на съставените тестове е приемлива, тъй като съществува статистически значима корелация между резултатите от тестовете и съответните ретестове (изчислените стойности на коефициента χ^2 са по-големи от критичната стойност $\chi^2_{0,01/1} = 6,64$), а стойностите на коефициента ϕ и за двата теста е висока (за тест 1 $\phi = 0,63$; за тест 2 $\phi = 0,69$).

4. Заключение

Резултатите от априорния и от апостериорния анализ показват, че качествата на тестовете удовлетворяват описаните в литературата основни изисквания към дидактическите тестове. Следователно те ефективно биха могли да се използват за диагностика на продуктивността на учебната дейност с акцент върху природонаучната грамотност на учениците при изучаване на разделите „Вещества и техните свойства“ 5. и 6. клас.

Литература

- Ангелачева, А. (2023) Възможности на учебния експеримент за формиране на природонаучна грамотност в обучението по „Човекът и природата“ 5. клас. *Управление и образование*, т. 19(3), Бургас, Университет „Проф. д-р Асен Златаров“, 38-43.
- Бижков, Г. (1996) *Теория и методика на дидактическите тестове*. София, Просвета.
- Коларова, Т., Хаджиали, И., Докова, М., Александров, В. (2017) Природонаучната грамотност на учениците в началото на XXI век – в търсене на концептуално единство. *Химия: Природните науки в образованието*, 26(2), 171-214.
- Стойнова, Ф. (1996) *Тестология за учители*. София, Атика.
- Тафрова-Григорова, А. (2011) Научната грамотност – основна цел на обучението по природни науки в училище. *Химия: Природните науки в образованието*, 20(6), 490-495.
- Тафрова-Григорова, А. (2013) Съвременни тенденции в природонаучното образование на учениците. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy*, 7(1), 121-200.
- Тафрова-Григорова, А. (2014) Образование за природонаучна грамотност. *Химия: Природните науки в образованието*, 23(1), 27-47.

Хаджиали, И., Коларова, Т. (2016) Тенденции на изследванията в природонаучното образование: контент-анализ на български педагогически списания от 2011 до 2015 г. *Химия: Природните науки в образованието*, 25(5), 654-676.

Хуторской, А. (2007) *Компетенции в образованието: опит проектирования*. Сб. науч. трудове. Москва, ИНЭК.

Bloom, B. (1976) *Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich*. Weinheim, Verlag Beltz.

Приложение 1

Дидактически тест "Вещества и техните свойства" 5. клас (тест 1)

➤ Прочетете внимателно задачите от 1. до 14. и оградете буквата пред правилния отговор.

1. Свойствата ковкост и пластичност са характерни за:

- А) стъклата
- Б) пластмасите
- В) дървото
- Г) металите

2. При разтварянето на захар във вода молекулите на захарта:

- А) изчезват
- Б) не се променят
- В) се превръщат във водни молекули
- Г) се свързват с молекулите на водата и се получават нови молекули

3. Сплавите са:

- А) течни смеси
- Б) газови смеси
- В) твърди смеси
- Г) водни разтвори

4. Чрез разтваряне във вода може да се раздели смес от:

- А) сол и захар
- Б) сол и пясък
- В) пясък и тебешир
- Г) желязо и пясък

5. Определете кое твърдение НЕ Е вярно.

- А) Съставът на смесите не може да се променя.
- Б) Свойствата на веществата зависят от градивните им частици.
- В) Свойствата на смесите зависят от свойствата и от количествата на съставлящите ги вещества.
- Г) Смесите съдържат градивните частици на две или на повече вещества.

6. В кой ред са изброени само променливи съставни части на въздуха?

- А) въглероден диоксид, азот, прах, водни пари
- Б) водни пари, въглероден диоксид, прах, серен диоксид
- В) кислород, въглероден диоксид, прах, водни пари
- Г) кислород, водни пари, азот, прах

7. Какво става с обема на водата, когато тя се превръща в лед?

- А) не се променя
- Б) намалява
- В) увеличава се
- Г) понякога се увеличава, а понякога намалява

8. Коя е вярната последователност на методите при пречистване на питейната вода?

- А) утаяване → филтруване → хлориране

- Б) филтруване → хлориране → утаяване
- В) хлориране → утаяване → филтруване
- Г) утаяване → хлориране → филтруване

9. Ако човек спи в закрито помещение, в което горят дърва в неизправна печка, има опасност от отравяне с:

- А) хлор
- Б) озон
- В) въглероден диоксид
- Г) въглероден оксид

10. Водата НЕ променя състоянието си при:

- А) изпаряването си от повърхността на водните басейни
- Б) разтварянето на вещества в нея
- В) образуването на скреж
- Г) топенето на снега

11. В кой ред са изброени свойства, характерни за всички газове, влизащи в състава на чистия въздух?

- А) не поддържат горенето
- Б) поддържат горенето
- В) нямат цвят, вкус и мирис
- Г) участват в дишането на организмите

12. Охладителните системи на автомобилните двигатели вместо с вода се пълнят с водни разтвори на различни вещества, защото водните разтвори имат:

- А) по-ниски температури на кипене и по-ниски температури на замръзване
- Б) по-високи температури на кипене и по-ниски температури на замръзване
- В) по-високи температури на кипене и по-високи температури на замръзване
- Г) по-ниски температури на кипене и по-високи температури на замръзване

13. В кой ред са посочени само неизчерпаеми източници на енергия?

- А) вятър, слънце, въглища
- Б) нефт, вятър, приливи и отливи
- В) слънце, въглища, природен газ
- Г) вятър, слънце, приливи и отливи

14. Смесени са олио, вода и готварска сол. Изберете подходящата последователност на действия за разделяне на съставките на сместа.

- А) използване на активен въглен, филтруване, дестилация;
- Б) отливане, филтруване, изпаряване на водата;
- В) използване на делителна фуния, изпаряване на водата;
- Г) филтруване, отливане, изпаряване на водата.

➤ *Напишете подробно решението на следващите две задачи.*

15. Групирайте дадените смеси по признаците състояние и еднородност.

А) Групирайте следните смеси по признака състояние: въздух, почва, кафе, морска сол, морска вода, нефт, блажна боя, бензин, природен газ, шарена сол.

Газообразни смеси:..... Течни смеси:..... Твърди смеси:.....

Б) Групирайте следните смеси по признака еднородност: смес от вода и бензин, смес от вода и олио, минерална вода, парфюм.

Еднородни смеси: Нееднородни смеси:

16. Запишете какво трябва да се направи, за да се:

- А) превърне ненаситен разтвор на захар в наситен разтвор
- Б) наситен разтвор на захар в ненаситен разтвор

Дидактически тест „Вещества и химични реакции“ 6. клас (тест 2)

➤ *Прочетете внимателно задачите от 1. до 14. и оградете буквата пред правилния отговор.*

1. Как се установяват физичните свойства: състояние, цвят, блясък на веществата?

- А) чрез наблюдение
- Б) чрез опит
- В) чрез справочна таблица
- Г) чрез изчисления въз основа на опитни данни

2. Коя от изброените промени на веществата е химична реакция?

- А) разтваряне на готварска сол във вода
- Б) изпаряване на вода
- В) горене на магнезий
- Г) топене на сняг

3. Кое от изброените наблюдения е условие за протичане на химични реакции?

- А) нагряване на изходните вещества
- Б) промяна цвята на реакционната смес
- В) отделяне на светлина
- Г) получаване на утайка

4. Признак за протичане на химичните реакции е:

- А) загаряване на изходните вещества
- Б) стриване на твърдите вещества
- В) отделяне на топлина и светлина
- Г) разтваряне на изходните вещества

5. Коя от означените схеми е пример за реакция химично съединяване?

- А) Вода \rightarrow Водород + Кислород
- Б) Натрий + Хлор \rightarrow Натриев хлорид
- В) Меден сулфат + Желязо \rightarrow Железен сулфат + Мед
- Г) Амониев хлорид \rightarrow Амоняк + Хлороводород

6. За означената химична реакция: Сяра + Кислород \rightarrow Серен диоксид, е вярно, че:

- А) сярата, кислородът и серният диоксид са изходни вещества
- Б) сярата е изходно вещество, а серният диоксид и кислородът са продукти на реакцията
- В) сярата, кислородът и серният диоксид са продукти на реакцията
- Г) сярата и кислородът са изходни вещества, а серният диоксид е продукт на реакцията

7. Кое физично свойство е характерно за простото вещество желязо?

- А) привличане от магнит
- Б) специфична миризма
- В) червено-кафяв цвят
- Г) крехкост

8. Коя от означените химични реакции е лабораторен метод за получаване на водород?

- А) Цинк + Солна киселина \rightarrow
- Б) Калиев перманганат \rightarrow
- В) Желязо + Сяра \rightarrow
- Г) Калциев оксид + Вода \rightarrow

9. Кое от следните взаимодействия на простото вещество кислород НЕ Е записано правилно?

- А) Алюминий + Кислород \rightarrow Диалуминиев триоксид
- Б) Водород + Кислород \rightarrow Водороден пероксид
- В) Желязо + Кислород \rightarrow Трижелезен тетраоксид
- Г) Въглерод + Кислород \rightarrow Въглероден диоксид

10. Кое от твърденията за простото вещество желязо е вярно?

- А) Желязото е малко разпространено в земната кора.
- Б) Желязото не ръждясва.
- В) Желязото не може да взаимодейства с хлор.
- Г) Сплавите на желязото имат широко приложение.

11. Кое от посочените свойства на простото вещество кислород НЕ Е негово физическо свойство?

- А) взаимодейства с металите, като образува оксиди
- Б) малко разтворим е във вода
- В) при ниски температури се втечнява
- Г) малко по-тежък е от въздуха

12. Кой от международните предупредителни знаци за химична опасност бихте поставили върху бутилка с водород?



А)



Б)



В)



Г)

13. В лабораторията е проведен експеримент, свързан с получаването на железен сулфид чрез взаимодействието на желязо и сяра. Кой от опитите е проведен успешно?

- А) 32 g железен сулфид, 20 g желязо, 10 g сяра
- Б) 48 g железен сулфид, 26 g желязо, 22 g сяра
- В) 36 g железен сулфид, 16 g желязо, 22 g сяра
- Г) 40 g железен сулфид, 19 g желязо, 15 g сяра

14. При кой от предложените методи едновременно се получават простите вещества водород и кислород?

- А) дестилация на втечен въздух
- Б) разлагане на калиев перманганат чрез нагряване
- В) взаимодействие на метали с киселини
- Г) разлагане на вода с електричен ток

➤ *Напишете подробно решението на следващите две задачи.*

15. При горене на метан в среда от кислород се получават въглероден диоксид и вода.

- А) Изразете химичната реакция със схема.
- Б) Определете изходните вещества и продуктите на реакцията.

16. При стайна температура простото вещество хлор е жълто-зелен газ с остра дразнеща миризма. По-тежък е от въздуха и е добре разтворим във вода. Не провежда топлината и електричния ток. Нажежен прах от желязо, внесен в съд с хлор, изгаря, наблюдават се искри. Съдът се изпълва с жълто-кафяв дим от получения железен трихлорид.

Определете кои от посочените свойства на простото вещество хлор са:

- А) физични
- Б) химични

Приложение 2

Експертна карта за оценка на качествата на теста

За осъществяване на експертната оценка на качествата на отделните тестови задачи и на теста като цяло се използва оценъчна скала, в която със символ „+“ се означава положителен отговор (съгласие), а със символ „-“ – отрицателен отговор (несъгласие).

Част 1: Оценка на тестовите задачи

Критерий № 1: Когнитивно равнище (Съответства ли задачата на когнитивното равнище, за което е предназначена?)

Критерий № 2: Познавателна област (Съответства ли задачата на познавателната област, за която е предназначена?)

Критерий № 3: Основна съдържателна област (тема) на равнище учебна програма (Съответства ли задачата на учебното съдържание, определено от учебната програма?)

Критерий № 4: Оценявана компетентност на равнище учебна програма, съобразно спецификацията (Отговаря ли на посочената компетентност като очакван резултат от обучението?)

Критерий № 5: Оценка за достоверност на верния отговор (Само един ли е верният отговор?)

Критерий № 6: Оценка на дистракторите (приемливи и неприемливи).

Таблица 1. Оценка за съответствие на тестовата задача на критериите

Критерий	Задача															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
№ 1																
№ 2																
№ 3																
№ 4																
№ 5																
№ 6																

Критерии от № 1 до № 4 са средство да се провери **съдържателната и критериалната валидност** на теста.

Съдържателна валидност на теста – съответствие между тестовата задача и познавателните цели, които тестът се стреми да реализира.

Критериална валидност – кои от предложените критерии и показатели могат да се използват за диагностика на решението на всяка задача от теста.

Чрез оценката на експертите по **критерий № 5** и **критерий № 6** се определя **дискриминативната сила на тестовите задачи**.

Дискриминативна сила – позволява ли всяка от задачите да разграничи учениците, които са постигнали целта, от учениците, които не са успели да я постигнат.

Критерий № 6 е свързан с определяне качествата на **дистракторите**.

Дистрактори (грешните отговори) – дали и до каква степен те са приемливи за учениците и доколко те позволяват да се разграничат учениците.

Част 2: Оценка на теста като цяло

За оценка на качествата на теста като цяло се ползва работна таблица, в която срещу всеки посочен критерий експертите поставят своята оценка

Таблица 2. Оценка на качествата на теста като цяло в съответствие с посочените критерии

Критерий	Да	Не
Критерий № 1 Достатъчно ли е времето за решаване на задачите от теста?		
Критерий № 2 Спазено ли е съотношението на видовете задачи според спецификацията?		
Критерий № 3 Спазено ли е съотношението на задачи от различни познавателни области?		
Критерий № 4 Подходяща ли е подредбата на задачите?		
Критерий № 5 Подходящо ли техническото оформление на теста?		