

АНАЛИЗ НА ЗАДАЧИТЕ В PISA ПО ОТНОШЕНИЕ НА ИЗМЕРВАНЕТО НА ТАКСОНОМИЧНО ОПРЕДЕЛЕНИТЕ ВИДОВЕ ЗНАНИЯ

Доц. д-р Мая Гайдарова, СУ „Св. Климент Охридски“, Физически
факултет
Георги Георгиев, ЦОПУО

Увод

Целите на обучението винаги трябва да отговарят на потребностите на хората, които се променят с времето. Образованието се стреми да формира знания и умения, които да помогнат на личността да живее удовлетворено и успешно.

Настъпващите промени в обществения живот неминуемо налагат търсене на нови подходи в образователната парадигма, които да доведат до модернизиране на обучението, до по-голяма ефективност и мобилност, отговарящи на нуждите на икономиката и пазара на труда.

Пазарът на труда, със своите бързо променящи се изисквания към работниците, налага търсенето на нови концепции в образованието, както по отношение на целите, така и по отношение на съдържанието. Решаването на този проблем се затруднява от факта, че никой не може да предвиди какви ще са изискванията на пазара на труда примерно след 30 години, когато днешните ученици ще са активни участници в него. Във връзка с това са създадени активно действащи екипи от учени, които имат за цел да подобрят действащите учебни програми така, че обучението да съответства на условията за живот, които динамично се променят. Работна група от Националната академия на науките в САЩ (National Academy of Sciences) работи от години върху създаването на Национален стандарт в обучението по природните науки (*National Science Education Standards*), който е съобразен с дефинираните умения за живот през 21-я век (*Exploring the Intersection of Science Education and 21st Century Skills: A Workshop Summary*, <http://www.nap.edu/catalog/12771.html>). Тези дефинирани умения са:

1. **Приспособимост** – способност и желание да се справяш с несигурността в променящите се природни и обществени условия, да усвояваш нови технологии и процедури, да приемаш различни стилове на комуникация и различни култури.

2. **Социални умения** – да търсиш и интерпретираш словесна и в друг вид информация, за да формираш ефективно поведение в социалните взаимодействия, като

емпатия, изслушване, дефиниране на проблем, обмяна на мнения, убеждаване, обучаване и др.

3. **Нерутинно решаване на проблеми** – да използваш широкоспектрна информация и умения за разпознаване на проблема и специфична информация за класифицирането му и да избереш стратегия за решаването му. Включва креативност за разработване на нови решения и интегриране на привидно несвързана с проблема информация.

4. **Самоуправление и самоконтрол** – умение да работиш във виртуална среда, с различни екипи, да се мотивираш и контролираш поведението си. Да имаш потребност да търсиш нова информация и потребност да се обучаващ.

5. **Системно мислене** – способност да разбираш как работят нещата и системите, как са свързани отделните части на една система и как си взаимодействат, как промяната на част от системата влияе на цялостната ѝ работа, да оценяваш работата на системата и да я подобряваш.

Голяма част от задачите в PISA измерват степента на владение на някои от посочените по-горе умения – системно мислене; нагласа да се търси и използва информация, представена в различен вид; социални умения – толерантност, обсъждане на варианти за решаване на проблеми (работа в екип – PISA 2015); нерутинно решаване на проблеми; самоуправление и самоконтрол при извършване на дейност – оценяване на значения, подходи, решения.

Компетентностният подход, дефиниран от Европейския съюз, предполага пренасочване на целите на обучение от усвояване на знания към усвояване на методи и подходи за решаване на проблеми в реалния живот. Най-общо под компетентностен подход се разбира съвкупност от принципи за определяне на целите на образованието, избора на съдържание, организацията на образователния процес и оценка на постигнатите резултати.

Компетентностният подход не отрича значението на знанията, но акцентира на готовността за използване на съответното знание. Според този подход нивото на образованост се определя от способността на базата на придобитите знания да се решават проблеми с различна сложност. Разликата между традиционния и компетентностния подход е в определянето на целите на училищното образование и разбирането на същността на очакваните резултати. Компетентностният подход дава възможност за съгласуване на целите на педагогическите специалисти, с тези на учениците.

Много страни в Европа като Германия, Великобритания, Франция, Италия, Финландия, Естония и др. реконструират учебните си програми за постигане на тези цели. В доклада на Европейската комисия „Развитие на ключовите компетентности в Европейското училище“ (<http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice>) се показва наличие на национални стратегии, насочени към формиране на ключови компетентности (Приложение 1). Графиката показва, че в България липсва стратегия за осъществяване на компетентностния подход в природните науки, а поглед към учебните програми по физика потвърждава това въпреки декларациите за наличието на такъв. Компетентностният подход се свързва с усвояване на такива знания, умения и формиране на нагласи и отношения, които предполагат формиране на способности (компетентности) за решаване на проблеми. Това означава, че много от задачите изискват усвояване на подходи и процедури, които не са заложили в програмите и не са предмет на усвояване от учениците.

Образоваността е толкова по-висока, колкото по-широка е сферата от дейности, в които си способен да действаш самостоятелно, колкото е по-широк спектърът на възможните способности, които владееш.

В този смисъл способността на учениците да възпроизведат в учебна ситуация голям обем сложен материал не трябва да се възприема като високо ниво на образованост.

Дефинираната от програмата на PISA способност за решаване на проблеми (*Problem-solving competency*) (<http://www.oecd.org>) се представя така: „...индивидуална способност да различаваш, разбираш и решаваеш проблем при неясен предварително метод за решаване....“. Резултатите от изследванията на PISA показват (Св. Петрова и др., *Програма за международно оценяване PISA 2015, ЦОПУО*), че учебните програми по природни науки в България са насочени предимно към усвояване на знания, които таксономично се определят като фактологични.

Компетентностният подход е в основата на формиране на природонаучна грамотност. Тя е един от трите основни области на оценяване в изследването PISA. Дефинициите на изследването за природонаучна грамотност се променят в периода 2003 – 2015 г. През 2003 г. компетентностите се дефинират като (OECD. (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework: Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills. Paris: OECD.*):

- Описване, обясняване и прогнозиране на научните процеси и явления;
- Разбиране на научното изследване;

- Интерпретиране на научните данни и заключения.

През 2006 г. знанията се разделят като „знания по науката“ и „знания за науката“, което е първата стъпка към таксономично обособяване на видовете измервани знания, като се разграничават знанията, компетентностите и нагласите (включват интерес и подкрепа на научните търсения, вяра в себе си като човек, изучаващ науката и отговорност към ресурсите и околната среда). През 2006 г. компетентностите се дефинират като (OECD. (2006). *The PISA 2006 Assessment Framework for Science, Reading and Mathematics*. Paris: OECD.):

- Определяне на научните проблеми;
- Научно обяснение на явленията и процесите;
- Използване на научните данни.

През 2009 г. няма промяна в дефинициите, но се добавя към третата компетентност „Използване на научни данни и доказателства“. Това позволява и добавяне на инструментариум, който проверява дали учениците знаят, че знанията в природните науки не са абстрактен конструкт, а се удостоверяват чрез експеримент, логическа обоснованост и чрез проверка на следствията от дадено твърдение.

Дефинирането на научната грамотност през 2012 г. се определя като (OECD (2013), *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*):

- Научно познание и използването му за формулиране на въпроси, придобиване на ново познание, обяснение на научни явления, извеждане на аргументирани заключения по проблеми, свързани с науката;
- Разбиране за естеството на науката като форма на човешкото познание и търсене;
- Познание как науката и технологиите формират материалната, интелектуалната и културна среда на човека;
- Готовност да се ангажира с научно ориентирани теми и проблеми като съзнателен гражданин.

През 2015 г. концепцията на изследването доразвива разбирането за трите компетентности чрез по-конкретно дефиниране на компетентностите (*PISA 2015, DRAFT SCIENCE FRAMEWORK*):

1. Научно обясняване на природни процеси и явления

- Припомняне и прилагане на знания по природни науки;

- Определяне, използване и създаване на модели за обясняване и представяне на информация;
- Формулиране и оценяване на предположения и хипотези;
- Обясняване на възможните приложения на постиженията на природните науки в обществения живот.

2. Планиране и оценяване на научно изследване

- Дефиниране на изследователския въпрос на конкретно научно изследване;
- Определяне на проблеми, които могат да бъдат изследвани научно;
- Предлагане на начин за научно изследване на конкретен проблем;
- Оценяване на приложимостта на средства и процедури за научно изследване на конкретен проблем;
- Описание и оценяване на различни методи, които учените използват, за да гарантират надеждността на получените данни, както и обективността и валидността на направените заключения.

3. Научно тълкуване на данни и доказателства

- Трансформиране на данни от един вид в друг;
- Анализирание и тълкуване на данни и правене на изводи;
- Разграничаване на предположения, факти и аргументи в текст, свързан с природните науки;
- Разграничаване на аргументите, които се основават на научни факти и теории, от аргументите, които се основават на предположения;
- Оценяване на научни аргументи и доказателства от различни източници (вестници, интернет, списания и др.).

Процентното разпределение на проверяваните компетентности в последното изследване през 2015 г. е представено на Таблица 1.

Таблица 1.

Компетентности	Дялово разпределение в %
Научно обясняване на природни процеси и явления	40 – 50%
Планиране и оценяване на научно изследване	20 – 30%
Научно тълкуване на данни и доказателства	30 – 40%
Всичко:	100%

Първата от тези компетентности изисква само познание по природните науки – фактически знания, които са съдържателни и се отнасят до проследяване на причинно-следствени връзки, интерпретация на информация (кодиране и трансформиране на информация от един вид в друг) и припомняне на връзки между отделните елементи на физичните знания. От таблицата се вижда, че тези знания имат превес по значимост (до 50%). В стандарта ясно е дефинирано „използването и създаване на модели за обяснение на информация“, което е съществена част от съдържанието по природните науки.

Втората и третата дефинирани компетентности изискват и знания, които се определят като епистемологични (Научно тълкуване на данни и доказателства) и процедурни (Планиране и оценяване на научно изследване) (*PISA 2015 Item Submission Guidelines: Scientific Literacy, First Meeting of the National Project Managers, Paris, 2012*).

Таксономично определяне на видовете знания

Често използвана таксономия за определяне на когнитивните равнища на усвоените знания и умения е таксономията на Блум (*Bloom, B.S., (Ed.). 1956. Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain*. New York: Longman.

Тя е ревизирана от Андерсон през 2001г. (*Anderson, L. W. & Krathwohl, D. R. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing*. New York: Longman., който разделя знанията на четири категории – **фактологични, концептуални, процедурни и метакогнитивни** (Приложение 2.). В двуизмерната схема на Андерсон усвояването на тези видове знания е подредено в йерархията на когнитивните равнища **помнене, разбиране, прилагане, анализиране, оценяване и създаване**. Новата таксономия различава знанието „какво“, т.е. съдържанието на мисленето от знанието „как“, т.е. процедурата на мисленето, която се използва за решаването на проблема. За всяко знание се определя нивото на когнитивното познание, например разбирането се свързва със създаване на значения за различните видове знания, които може да са фактологични, концептуални, процедурни или метакогнитивни. Например фактите (проверени научно данни) могат да се помнят, да се разбират (да се свързват причинно с други факти), да се прилагат (да се използват за доказване на дадена хипотеза), да се анализират, да се оценяват (да се посочат методи за получаването им и да се сравнят по надеждност), да се създават (индуктивно при експеримент). Тази таксономия позволява операционално да се усъвършенстват и проверяват когнитивните равнища на

усвояване на различните елементи от учебното съдържание. Тя се цитира и като документ, който е базисен за формулираните компетентности (*PISA 2015, Draft science framework, Assessment of the Domain*)

Фактологични са знанията, които са в основата на теориите – факти, понятия (за свойства, явления, уреди), закони и отношения, модели, процеси и схеми на действие и др. Те са експлицитно изложени в съдържанието на учебници, справочници, помагала и др. Тези знания способстват за разбирането и обясняването на света на природните явления и са в основата на природонаучната грамотност.

Концептуалното знание е знание за отношения между части от структури, които функционират като едно цяло – това са знания за класификации и категории, знания за принципи и обобщения, знания за модели, теории и структури. Например всяко понятие като обобщена форма на познание представлява структура – има определение, съдържание, обем, отношение с други понятия и др. Разграничаването на отделни структури от знания в природните науки е предпоставка за усвояването им – кое е факт, кое е понятие или закон, кое е модел или само предположение. Според конструктивистката теория конструирането на значения и структури е в основата на развитието на мисловните процеси и използването на логическите операции.

Епистемологията (*epistémé* – познание) най-общо се определя като дял от философията, която разглежда същността, произхода, пътищата на познанието и неговото верифициране.

Кои са основните характеристики на знанието от гледна точка на епистемологията? (*Sandoval, W. A. (2005). Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry, DOI 10.1002/sce.20065 Published online 27 May 2005 in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com).*)

1. Научното знание е **структурирано** – има изградена система от понятия, закони, модели и теории. То има колективен характер и се развива чрез смяна на моделите. Целта му е концептуално обяснение на фактите и явленията.
2. Има разнообразни **научни методи** – емпирични и теоретични, основани на двата подхода в науката – индуктивен и дедуктивен.
3. Има различни **видове знания** – величини, закони, модели, които са в различни отношения и в различна степен на обобщеност. Например физичните закони имат голяма предсказваща сила, а теорията обяснява фактите.
4. Знанията се подлагат на проверки чрез експеримент.

Епистемологичните знания, както се определят от PISA 2015, се отнасят към концептуалните знания.

Който притежава епистемологични знания, може да обясни с примери разликата между научна теория и хипотеза, разликата между научен факт и друго събитие, разбира разликата между мнение и доказателство. (Научният факт в природните науки изисква повторяемост при същите създадени условия). Разбирането на ролята на модела в научната теория (приблизително описващ действителността идеализиран конструкт, описван често математически и абстрактно), неговите ограничения и валидност също е епистемологично знание. В училищното образование по физика често не се изяснява ролята на модела, който не съществува в реалния свят, но се изследва дедуктивно, след като индуктивно е създаден, и това предизвиква недоумение в учениците „Защо учим нещо, което не съществува?“

Включването на знания за моделирането като основен подход в природните науки е **нов момент** в програмата PISA и разширява възможностите за утвърждаване на значението на модела като фактологично и епистемологично знание при преподаване на природните науки. Разбирането, че чрез моделите последователно и с различни приближения изследваме реалността, води до приемане на приемствеността в познанието (моделът може да се допълва или променя, подлежи на ревизия) и основания за разграничаване на това, което науката може да изследва със съвременните методи и технологии и това, което е извън границите на възможностите ѝ. Част от някои задачи от изследването PISA проверяват знания, свързани с познаване на границата на науката и технологиите. Например в задачата „Ултразвук“ (Приложение 3. Въпрос 3.) се поставят въпросите дали чрез ултразвук при преглед на бременна жена може да се определи:

Има ли повече от едно бебе?	ДА/НЕ
Какъв цвят са очите на бебето?	ДА/НЕ
Бебето има ли правилна големина?	ДА/НЕ

PISA декларира стандарт за проверката на епистемологични знания в изследванията си през 2015 г. така (<http://www.oecd.org>) :

- същност на научното наблюдение, факт, хипотеза, модел, теория;
- цели на природните науки (обяснение на света) и цел на технологиите
- (оптимални решения за задоволяване на човешките потребности);
- научни методи – дедукция, индукция, аналогии и др.

- обективност на научното познание;
- как откритията се подкрепят от фактите и др.

В експериментална среда (която липсва в образованието по природни науки в България) най-добре се координира формиране на умения, свързани с усвояване на няколко епистемологични характеристики на научното познание (Smith, Maclin, Houghton, & Hennessey, 2000; Windschitl, Thompson, & Braaten, 2007, Smith, C. L., Maclin, D. Houghton, C., & Hennessey, M. G. (2000). *Sixth-grade students' epistemologies of science: The impact of school science experiences on epistemological development. Cognition and Instruction*, 18(3), 349 – 422.) — знанието допуска проверка, допуска ревизия и промяна, има обяснителен (а не само описателен характер), основава се на предположения, продуктивно е, т.е. генерира нови предположения и хипотези.

Процедурните знания отговарят на въпроса „как“. Процедурните знания, проверявани от изследването PISA, са свързани с експериментални знания и умения – измервания, скали, представяне на данни в табличен и графичен вид, избор на подходящи методи и уреди, определяне на видове променливи – зависими, независими и контролирани, определяне на грешки в измерванията и методи за намаляването им и др.

Процедурните знания, проверявани от PISA са (<http://www.oecd.org>):

- Променливите биват зависими, независими и контролирани;
- Знания за същността на измерването и наблюденията, използване на скали;
- Оценяване и намаляване на грешките при измерването чрез многократни измервания и осредняване;
- Представяне на данни чрез таблици, графики и схеми;
- Избор на стратегия при измерването – определяне на зависими и независими променливи и проследяване на причинно-следствени връзки.

Знанията за оценяване и намаляване на грешки при измерване също е нов момент в програмата на програмата PISA 2015 и има някои подзадачи, които проверяват това знание. За съжаление в задължителния курс по физика и астрономия в България до VIII клас не са включени подобни знания.

Формирането на процедурни знания естествено се реализира в експериментална среда, със съчетаване на дейности в умствен и практически план, където се осигуряват условия за наблюдение и измерване на физични величини. Намаленият дял на експерименталните дейности в обучението по природни науки води до силно изразен дефицит на процедурни знания, които са обект на проверка в изследването PISA.

Епистемологичните и процедурни знания са важни за формиране на отношения и нагласи и те са в основата на умения за оценяване и критично мислене в човешките дейности.

Съдържателните знания са знания по природните науки, а епистемологичните и процедурните са знания за природните науки.

В таблица 2 са показани вида на проверяваните знания в процентно отношение, както са взети от предварителния документ, регламентиращ формата на проверката на PISA 2015г. (PISA 2015, DRAFT SCIENCE FRAMEWORK)

Таблица 2.

Разпределение на типовете знания в съдържателните области				
Видове знания	Физични системи	Биологични системи	Земя и Космос	Всичко
Съдържателни	20 – 24%	20 – 24%	14 – 18%	54 – 66%
Процедурни	7 – 11%	7 – 11%	5 – 9%	19 – 31%
Епистемологични	4 – 8%	4 – 8%	2 – 6%	10 – 22%
Всичко:	36%	36%	28%	100%

Анализ на задачи от PISA 2006 – PISA 2015 по отношение на компетентностите и видовете знания

Обективността на научното познание е важен елемент от епистемологията. За разлика от други сфери на човешката култура, „правенето на наука“ има колективен и кумулативен характер, научната дейност не започва „сама по себе си“ (като изкуството например) и резултатите от научната дейност се удостоверяват от много хора по различни начини и не зависят от мнението на отделни личности. Обективността на научното познание се свързва и с другия елемент „как откритията се подкрепят от фактите“, т.е. достатъчност и валидност на аргументите и фактите. Много задачи от изследването в частност проверяват наличието на това епистемологично знание – дали даден факт се свързва с някакво твърдение. Това е и в основата на обяснението – гносеологически обяснението се представя като логическо свързване на факти, които са най-устойчивата част от познанието. Такава е например задачата „Зъбен кариес“ (Приложение 4.) (Подготви се за PISA, Природни науки, Просвета, София, 2015г.) – дават се в условието формулирани четири факта, свързани със зъбните кариеси, като само някои от тях се свързват с отговора на Въпрос 1. „Каква е ролята на бактериите за образуването на кариеси?“. Отговорът е избираем и изисква логическо свързване на

факт, следващ от други факти. Друг вид подобни задача изискват откриване на факти в текст самостоятелно и свързването им с дадени твърдения, за които трябва да се прецени дали са верни или не или да се даде обяснение на друг факт. Това умение се свързва и с наличие на четивна грамотност (намиране на смисъл в текст чрез проява на компетентностите: Откриване и извличане на информация, Обобщаване и тълкуване на информация и Осмисляне и оценяване на информация).

Например в задачата „Еволюция“ (Приложение 5.) се изисква от информация в таблица със сравнителни данни за вкаменелости на скелети на древни коне и съвременен кон да се потърси значимо доказателство (със свободен отговор), че днешният кон е еволюирал от древни породи коне. Свободният отговор, изискван от Въпрос 1. на тази задача, повишава равнището на трудност на задачата, защото изисква по-сериозни мисловни операции от отхвърляне на някои формулирани отговори.

Друг вид задачи е свързан с подкрепа на факти, като информацията се получава от графика (една или няколко) или хистограма. Например в задачата „Зъбен кариес“ Въпрос 2.

Фактът, който следва от графиката е, че средният брой кариеси е пропорционален на средната консумация на захар в грамове дневно. Еднозначно се проверява разбирането на този факт чрез четири структурирани отговори. Тук няма частично верен отговор.

В задачата „Хирургична операция“ (Приложение 6. Въпрос 4.) се използва хистограма като източник на факти.

Тук отговорите са алтернативни с да или не, но отново се проверява способността да се разчитат фактите (има няколко съждения, описващи хистограмата) и да се избере единствено вярно твърдение.

В задачата „Вулканични изригвания“ фактите (данните) се получават от сравняване на две изображения (карти), за да се определи най-безопасно място. (Задачата е публикувана на: <http://copuo.bg/page.php?c=7&d=129>)



Сравнително трудни са задачи, при които данните се получават от два различни по вид източника – например таблица и графика. Такъв е случаят в същата задача, в която се представя графично количеството въглероден диоксид в атмосферата през годините и таблица за приносите на различните източници на въглероден диоксид.

Нивото на природонаучната грамотност корелира с това на математическата грамотност за разчитане на графики и друг вид графична информация. Основата и на двете грамотности всъщност е **разбиране и използване и създаване на знакови обекти**, част от които са числата, защото природните науки описват и обясняват тези явления и обекти, чиито свойства могат да се изразят с числа.

Най-общо математическата грамотност се свързва с природонаучната и я подпомага по отношение на:

- Представи за количества и измервания. Познаване и ползване на символиката на математиката.
- Познаване за функции (причинно-следствени връзки) и отношения, за промени във времето и пространството.
- Използване на графики – разчитане, сравняване, трансфер на графика в графика в друга координатна система.
- Използване на скали и мащаби.
- Познаване за пространство и форма (фигури и тела) – повърхности и обеми.
- Приблизителни оценки на количества (порядъци).
- Вероятност и неопределеност.

Представи за количества се проверяват например с част от задачата „Киселинен дъжд“ (Приложение 7. Въпрос 2.)

Представите за функции се свързват със знанията за законите, в които се съдържат причинно-следствени връзки. В тези представи трябва да се открие кое е функцията и кое аргумента, т.е. кои са зависимите и кои – независимите променливи и в какви граници може да се променят стойностите на аргумента.

Използването на графики в задачите за проверяване на природонаучна грамотност има следните варианти:

- получаване на информация от графика;
- сравняване на две или повече графики в една координатна система;
- сравняване на две графики в различни координатни системи;
- превръщане на информация от вербален (описателен) в графичен вид.

Пример за сравняване на две графики в различни координатни системи е задачата „Парников ефект“ (Приложение 8.). В нея се търсят изводи чрез сравняване на тенденции в различни части от графиките. Трябва да се посочат отделни части от графиките, в която двете криви не нарастват или не намаляват едновременно и да се даде съответно обяснение - аргументация.

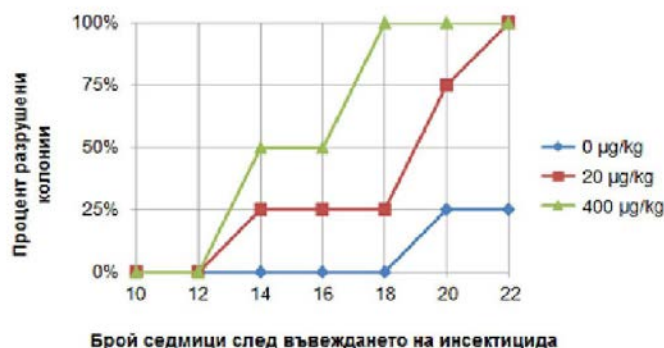
При това има аргументи както за положителна, така и за отрицателна корелация в тенденциите. Важно е да се разбира, че за голяма част от формулираните хипотези има нееднозначно решение, както често се случва с реалните научни изследвания. Това е в основата на формиране и на т.н. вероятно или статистическо мислене – оценяване на вероятности и възможности и оценяване на риска при взимане на решения.

Сравняване на две или повече графики в една и съща координатна система се предлага в задачата „Вятърни централи“ (Приложение 9). В задачата се търси най-подходящо място за вятърна централа, като за всяко място е начертана графиката на зависимостта на скоростта на вятъра от времето (Въпрос 1.). И тук има възможност за оценяване на различни фактори, които влияят на резултата – както скоростта на вятъра, така и промяната ѝ във времето през годината.

Най-трудни са задачите от превръщане на информация от вербален в графичен вид. Те изискват математически познания за функции – прекъснати и непрекъснати, растящи и намаляващи и др. Подобна задача с голяма трудност е част от задачата за вятърните централи (Въпрос 2).

В задачата се изисква да се посочи графиката от показаните четири, която отговаря на условията за връзката между скоростта на въртене на перките и произведената електроенергия като резултат и като функция на скоростта. Предполага се, че при скорости над максималната на графиката перките престават да се въртят. Без математическа грамотност по отношение на вида на функциите задачата не може да се реши. При това част от графиките отговарят на някои от условията, но само една обединява всички условия.

Сравняване на повече от една графики в една координатна система има в задачата „Синдром на разрушената пчелна колония“ (PISA 2015, пилотно изследване). (Задачата е публикувана на: <http://copuo.bg/page.php?c=7&d=129>)



Графиката показва броя на разрушените колонии в зависимост от времето при три концентрации на вид инсектицид, с който са третирани кошерите. Пита се:

Кой от следните изводи съответства на резултатите, показани в графиката?

- Колониите, изложени на по-висока концентрация на имидаклоприд, обикновено се разрушават по-бързо.
- Колониите, изложени на имидаклоприд, се разрушават в рамките на 10 седмици.
- Излагането на имидаклоприд с концентрация 20µg/kg не уврежда колониите.
- Колониите, изложени на имидаклоприд, не могат да оцелеят повече от 14 седмици.

Иска се да се оценят изводи, подкрепени от графиките както по отношение на трите графики едновременно, така и по отношение само на една от тях.

Измерванията са процедурите, чрез които количествено се сравнява интензивността на определени свойства на обектите в природата по отношение на стойности, приети за единица. На измерванията се съпоставят структури, наречени величини. Между тях има определени отношения, изразени чрез причинно-следствени връзки – закони и следващи от тях формули. Изследването PISA в частта си природни науки **не проверява** директно фактологични знания, свързани с помнене на закони и формули, освен най-прости, свързани със средни скорости, връзка път-скорост и време и др. Ако са нужни, формулите се задават в условието.

Епистемологичните знания разграничават целите на науката от целите на технологиите, въпреки, че те са свързани. Отношението към научната дейност не се свързва само с директното прилагане на резултатите от научната дейност за

подобряване на живота на хората чрез технологии. Развитието на науката обуславя технологиите, но важна нейна цел е обяснението ѝ на света чрез причинно-следствени връзки.

Разбирането на света е в основата на природонаучната грамотност, която проверява PISA.

Защо са важни епистемологичните и процедурни знания за развитието на уменията да се решават проблеми?

Решаването на проблема започва с най-необходимото – неговото **идентифициране и формулиране**. Някои от задачите в PISA проверяват такъв вид знание още преди декларирането на епистемологичните знания в програмата на PISA 2015. Например задачата „Поведението на бодливката“.

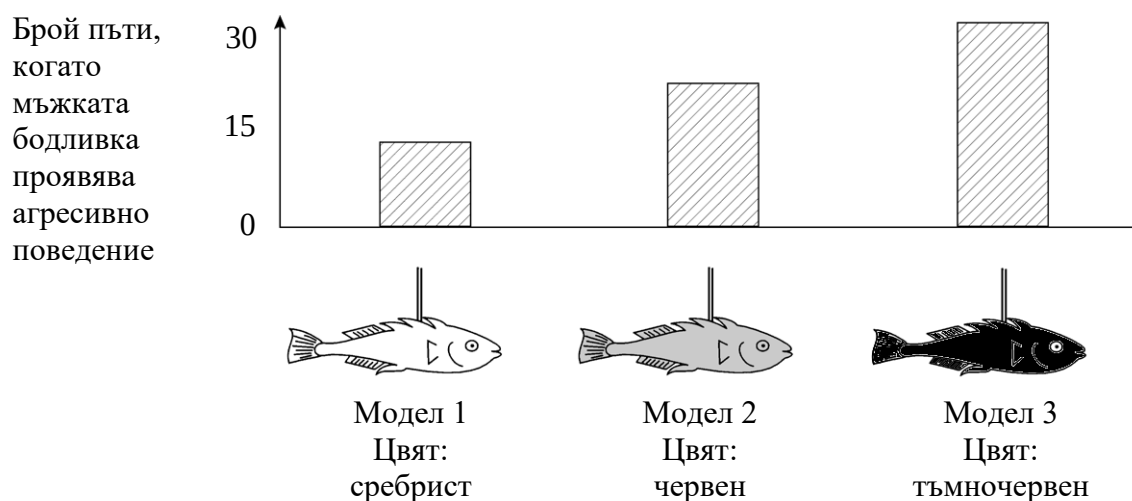
„ПОВЕДЕНИЕТО НА БОДЛИВКАТА“

По време на размножителния период коремчето на мъжката бодливка се променя от сребристо в червено. Мъжката бодливка атакува всяка друга конкурентна мъжка бодливка на територията си и се опитва да я прогони. Ако се приближи сребриста женска бодливка, мъжката ще се опита да я заведе в леговището си, така че тя да снесе яйцата си там.

Ученик иска да провери експериментално какво ще накара мъжката бодливка да прояви агресивно поведение.

Мъжката бодливка е сама в аквариума на ученика. Ученикът е направил три восъчни модела, прикрепени към парчета тел. Той ги пуска поотделно в аквариума за едно и също време. След това ученикът брои колко пъти мъжката бодливка реагира агресивно, като се блъска във восъчната фигура.

Резултатите от този експеримент са показани по-долу.



След представяне на резултата от експеримент, т.е.следствието, се търси отговор на въпроса „Какъв е въпросът, на който този експеримент търси отговора?“. Тук задачата е обратна – от отговора се търси формулировката. Ръководството за оценяване на такъв вид задачи е изключително прецизно, важна е всяка дума в отговора. Дефинирането на научната цел не е еднозначно, както се вижда от ръководството за оценяването на задачата. В дефиницията трябва да има сравнение между цвят и пол, като се търси най-силна връзка.

Пълен брой точки:

- Кой цвят предизвиква най-силна агресия?
- Има ли връзка между цвета и поведението?
- Рибата с кой цвят е най-застрашаваща?
- Цветът на рибата ли определя поведението?
- Непълен брой точки:
- Кой цвят предизвиква агресия? (липсва сравнение)
- На кой вид риба мъжката реагира най-силно? (липсва цвят)
- Цветът на женската ли определя поведението? (няма пол)

Друг формат на задача за дефиниране на проблем е идентифицирането на ключови думи. Например в задачата „Пасаж на Венера“ (Приложение 10.). След като се описва явлението пасаж (преминаване на вътрешна за Земята планета пред слънчевия диск), се пренася използване на знанието за същността на явлението в друга ситуация. „Астрономите предсказват, че ако се гледа от Нептун, ще има пасаж на Сатурн пред Слънцето по-късно през този век. Кой три думи ще са най-полезни при търсене в интернет, за да се установи кога ще има пасаж?“ Трите думи еднозначно определят решението на проблема и те са логически определени – пасаж, Сатурн и Нептун. Всеки друг избор на три думи създава неопределеност в търсенето на решението, например Слънце и пасаж взаимно се изключват, защото в определението на пасаж се съдържа думата Слънце. Въпросът има чисто логическо разрешение, ако ученикът разсъждава, като разбира кое явление е пасаж. Отново можем да свържем решението на задачата с равнището на четивната грамотност и търсене на смисъл в дефинициите, както и със съдържателното знание за реда на планетите в Слънчевата сиситема.

След определянето на проблема се търсят **факторите**, от които зависи разрешаването му и се дефинират тези фактори като променливи. Въвеждането на променливи е най-трудната стъпка в процедурата. Проверяването на такива умения

може да се открие в задачата „Ултразвук“ (Приложение 3. Въпрос 1.), свързана с използването на ултразвук при наблюдение на бебето.

Тук задачата е да се направи връзката, че разстоянието се изразява чрез скоростта и времето, но целта не е пресмятане, а идентифициране на променливата време, което прави задачата необичайна и трудна за нашите ученици в контекста на формулирането ѝ.

Следващата стъпка в решаването на проблема е **установяване на причинно-следствени връзки** между променливите, т.е. кое от какво зависи – установяване на зависими и независими променливи. В PISA 2015 се наблюдават множество задачи, в които се иска това умение. Например в задачата „Синдром на разрушената пчелна колония“ се въвеждат три качествени променливи: концентрацията на препарата имидаклоприд в храната на пчелите, разрушаване на колонии и имунитета на пчелите към имидаклоприда. Между две от тях съществува причинно-следствена връзка и тя се определя от съдържанието на текста към задачата. Изборът се осъществява чрез падащо меню.

Опишете научния експеримент, като довършите следното изречение.

Учените изследвали въздействието на

Изберете ▼ върху

Изберете ▼ .

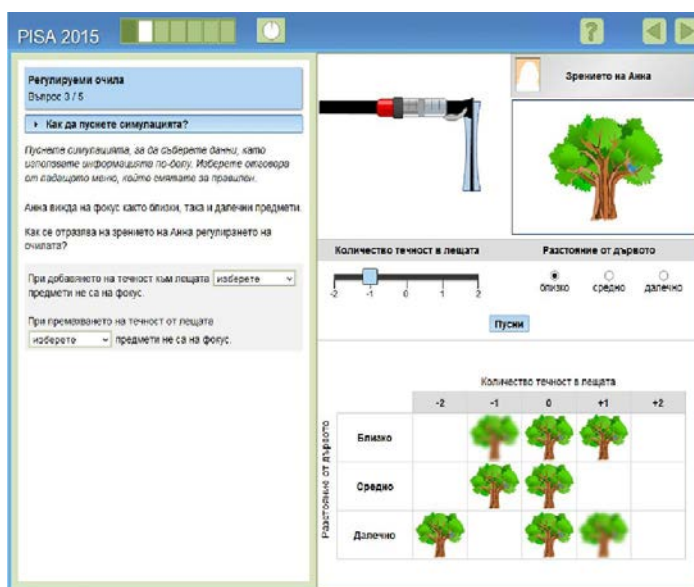
Температура на въздуха (°C)	Влажност на въздуха (%)	Плене на вода	Обем на отделената пот (литри)	Загуба на вода (%)	Температура на тялото (°C)

Характерно за процедурния тип знания е и наличието на контролирани променливи, които служат за сравняване на резултати и изследване на случайни влияния. В същата задача върху някои кошери не се въздейства с инсектицид и се проследява поведението на кошерите, дали разрушаването им не се дължи и на друг случаен фактор.

Компютърните симулации, използвани в изследването през 2015 г., разкриват нови възможности за оценяване на равнището на процедурните знания по отношение на

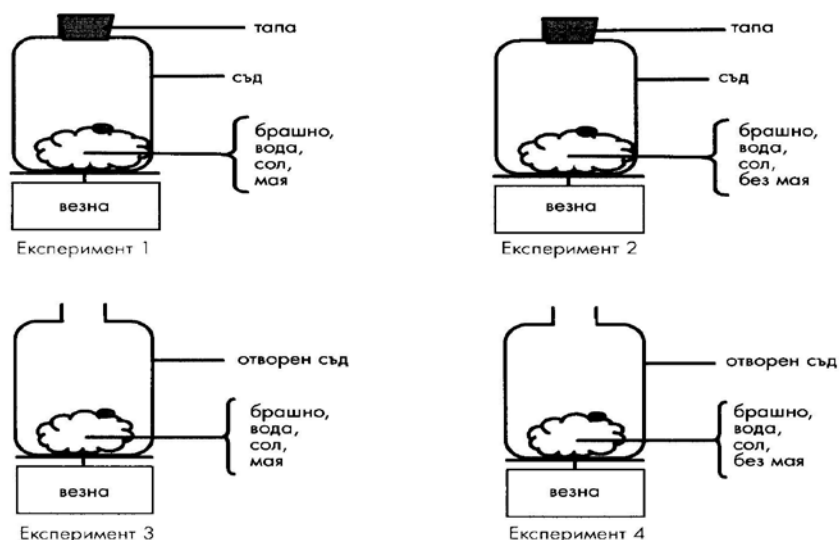
планиране и извършване на експеримент. Увеличава се броят на променливите, които могат да се променят независимо една от друга. Например в задачата „Бягане в горещо време“ имаме три независими променливи – пиене на вода (дихотомна променлива - да, не), температура на въздуха (непрекъсната променлива) и влажност на въздуха (непрекъсната променлива), които влияят на обема отделена пот, обезводняване и топлинен удар. Необходимо е след проследяване на симулацията да направят преценка за риска за здравето. Въпреки големият брой променливи, задачата е лесна, защото при упражнението се вижда голямата загуба на вода при бягане, когато бегачът не приема вода. Задачата се усложнява, когато се налагат условия, при които се проследяват зависимости, например при определена влажност и температура на въздуха. (Задачата е публикувана на <http://copuo.bg/page.php?c=7&d=129> и <http://www.oecd.org/pisa/PISA2015Questions/platform/index.html?user=&domain=SCI&unit=S623-RunningInHotWeather&lang=bul-BGR>)

Подобни процедурни знания се проверяват в задачата „Регулируеми очила“. Там има две променливи – количество течност в лещата и разстояние до дървото, които са различни за трима ученици с различно зрение – нормално, късогледо и далекогледо. Как трябва да се регулират очилата с допълване или отнемане на течност, за да виждат на фокус и тримата. (Задачата е публикувана на <http://copuo.bg/page.php?c=7&d=129>)



Когато се търсят зависимости между повече от две променливи, не може да се променят едновременно всички променливи, а се проследява зависимостта от една променлива, когато другите не се променят. Това важно експериментално правило определя и трудността на задачите в компютърните симулации.

Такива задачи се забелязват и в предишните етапи на изследването – например в задачата „Тесто за хляб“. При ферментация на смес от брашно, сол, вода и мая, скорбялата и захарите в брашното се превръщат в алкохол и въглероден диоксид. Масата на тестото е намаляла. Кой два експеримента трябва да сравним, за да проверим дали маята е причина за това?



Тук качествените променливи са дихотомни - мая (без мая) и с тапа (без тапа). За да проверим дали маята е причина за намаляване на масата на тестото, трябва да варираме променливата мая при постоянна друга променлива – без тапа (която избираме по физични съображения – ако изберем с тапа, масата на продуктите няма да се промени, защото въглеродният диоксид ще си остане в съда и ще оказва натиск на дъното).

Разпознаването на алтернативни хипотези, които може да се основават на едни и същи емпирични данни и доказателства е вид процедурно знание, което се проверява в задачата „Изкопаеми горива“. Чрез сравняване и обсъждане на различни данни, представени таблично, трябва да се разпознае проста причинна връзка в конкретна ситуация. (Задачата е публикувана на <http://copuo.bg/page.php?c=7&d=129>)

PISA 2015

Ископаеми горива

Въпрос 2 / 4

Използвайте "Ископаеми горива" едновременно. Напишете същите отговори на въпросите.

Въпреки предимствата на биогоривата за опазване на околната среда, все още широко се използват ископаемите горива. В таблицата се сравняват енергията и CO_2 , които се отделят при изгарянето на нефт и на етанол. Нефът е ископаемо гориво, а етанолът е биогориво.

Източник на гориво	Отделена енергия (kJ енергия/g гориво)	Отделен въглероден диоксид (mg CO_2 /kJ енергия, произведена от горивото)
Нефт	43.6	76
Етанол	27.3	59

Според таблицата, защо някой би предпочел да използва нефт вместо етанол, въпреки че цената им е еднаква?

Според таблицата, кое е предимството за околната среда, ако се използва етанол вместо нефт?

ИСКОПАЕМИ ГОРИВА

Много електроцентрали изгарят горива, които съдържат въглерод, и изхвърлят въглероден диоксид (CO_2). Отделеният в атмосферата CO_2 оказва негативно въздействие върху глобалния климат. Инженерите са използвали различни стратегии, за да се намали количеството на отделения в атмосферата CO_2 .

Една от тези стратегии е да се използват биогорива вместо ископаеми горива. Докато ископаемите горива се получават от отдавна умрели организми, биогоривата се получават от растения, които се отглеждат в наши дни.

Друга стратегия включва улавянето на част от изхвърляния от електроцентралите CO_2 и съхраняването му дълбоко под земята или в океана. Тази стратегия се нарича улавяне и съхраняване на въглерода.

```

graph TD
    A[Биогорива] -- "CO2 използван при фотосинтеза" --> B[отделен в атмосферата]
    C[Ископаеми горива] --> D[Електроцентрала]
    D -- "CO2 изхвърлен от електроцентралите" --> B
    D -- "CO2 изхвърлен от електроцентралите" --> E[съхранен в океана]
  
```

Процесуалните и епистемологичните знания, проверявани от PISA можем да отнесем към **знания за природните науки**. Анализът на задачите показва, че може да се състави следния списък на знания за природните науки, а именно, да:

- знаят, че основният научен метод е доказателството и разграничават предположение от доказателство;
- разбират основните елементи на научното изследване и могат да определят дали даден научен метод е приложим в конкретна ситуация;
- планират проучване, за да решат конкретен научен проблем, като определят променливите, които да бъдат контролирани в експеримента и формулират алгоритъм за осъществяване на контрола;
- разграничават модела от реалния обект или явление, разбират смисъла на моделирането в природните науки;
- формулират хипотези, като се основават на представени доказателства;
- разпознават алтернативни хипотези, които може да се основават на едни и същи емпирични данни и доказателства и предлагат логична аргументация на хипотезата, като използват данни от няколко достатъчни източника;
- тълкуват съвкупност от данни от източници, представени в различен формат, като идентифицират и обясняват общото и различното в тях и правят заключения, като комбинират отделни данни;
- правят оценка за валидността на заключението си, като се основават на анализ за това, дали данните са достатъчни;

- знаят, че е важно да се представят и осмислят различни научни гледни точки и аргументи;
- подкрепят използването на емпирични данни и рационални аргументи;
- изразяват потребност от използването на логически и други процедури при извеждане на заключения.

Забелязва се тенденцията в PISA 2015 да се увеличава дела на съдържателните (фактологични знания). Форматът на задачите може да бъде:

- **Задачи с избираем отговор:** изискват избор на един от четири отговора или елемент от текст или таблица или графика;
- **Задачи с комплексен избираем отговор:** изискват алтернативен отговор Да/Не, избор на повече от един отговор от списък, допълване на думи или изрази в текст чрез влачене на думи с мишката;
- **Задачи със свободен отговор:** съставяне на изречение (твърдение) като се използва влачене на думи от падащо меню с различни думи; преместване (с мишка) елементи по екрана за допълване на диаграма или схема; използване на симулация за избор на данни и след това избор на извод от падащо меню.

Видовете ситуации за създаване на условия на задачи са свързани със здравето, околната среда, технологиите, природните ресурси и поемането на риск.

Пример за проверяване на **фактологично** знание (слънчогледът образува семена чрез опрашване, което се осъществява чрез пчелите) чрез въпрос със свободен отговор е част от задачата „Синдром на разрушената пчелна колония“.

В несложен и ясно дефиниран контекст възпроизвеждат няколко свързани с него конкретни факти и ги използват за обясняване на природен процес и явление.

PISA 2015

Синдром на разрушената пчелна колония

Въпрос 1 / 5

Използвайте "Синдром на разрушената пчелна колония" едновременно. Напишете своя отговор на въпроса.

За хората, които отглеждат и изучават пчелите, е важно да разберат синдрома на разрушената пчелна колония, който обаче влияе не само на пчелите. Тези, които изучават птиците, също са установили известно влияние. Слънчогледът е източник на храна както за пчелите, така и за някои птици. Пчелите се хранят с нектара на слънчогледа, а птиците се хранят със семената.

Като имате предвид тази връзка, посочете защо изчезването на пчелите би могло да доведе до намаляване на птичната популация?

СИНДРОМ НА РАЗРУШЕНАТА ПЧЕЛНА КОЛОНИЯ

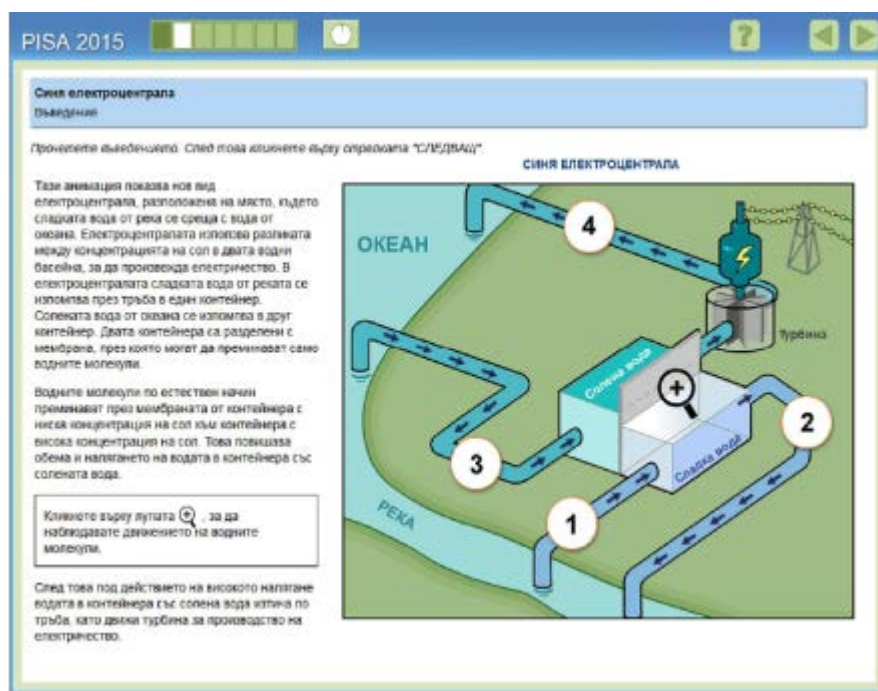
Тревожно явление застрашава пчелите по целия свят. Това явление е наречено синдром на разрушената пчелна колония. Колонията се разрушава, когато пчелите напуснат кошера. Отделени от кошера, пчелите умират, поради което синдромът на разрушената пчелна колония е довел до смъртта на десетки милиарди пчели. Учените смятат, че има редица причини за разрушаването на колонията.



В същата задача се проверява и **процедурно** знание за планиране и оценяване на научно изследване – дали се разбира какво изследва експериментът.

Особен вид съдържателно знание е знанието как работят системите – физични или биологични.

Знания за системите (системно мислене) се проверява със задачата „Синя електроцентрала“ (работеща на принципа на осмотичното налягане). Въпросите са свързани с енергийно осигуряване на системата (какви превръщания на енергия се осъществяват), какви са връзките между отделните звена (къде тече солена и къде сладка вода, къде има водни молекули само от реката), кои са елементите и как те са свързани помежду си и др. Задачите, проверяващи системно мислене, се класифицират като трудни, защото изискват логическите операции анализ и синтез, които са висши когнитивни равнища. (Задачата е публикувана на <http://copuo.bg/page.php?c=7&d=129>)



В таблица 3. са преставени знанията за системи (физични и биологични) и знания за Земя и Космос, които имат по-малък дял в знанията за науката.

Таблица 3.

Компетентности	Знание	Отношение
• Научно обяснение • Планиране и оценяване на научно изследване • Използване на научни данни и доказателства	• Знания за науката: ➢ Физични системи ➢ Биологични системи ➢ Земя и Космос • Процедурни знания • Епистемологични знания	• Интерес към науката • Оценяване на научните търсения • Отговорно отношение към околната среда

Форматът на задачите PISA 2015 може да бъде както статичен, така и интерактивен (симулации, виртуален научен експеримент). По трудност задачите могат да бъдат лесни (едностъпкова процедура), среднотрудни (концептуално знание) и трудни (анализ на комплексна ситуация). Следва описание на някои от знанията и уменията, които се проверяват в задачите:

Лесни задачи:

- Избират подходящ отговор от няколко възможни в несложен контекст и след това възпроизвеждат отделен научен факт.
- Разпознават проста причинна връзка в конкретна ситуация.
- В отговор на конкретен въпрос към стълбова диаграма – сравняват височината на стълбовете и изразяват мнение за наблюдаваните разлики.
- Разбират какво може и какво не може да бъде изследвано със средствата на науката.
- При даден конкретен резултат в несложен контекст посочват научния факт или процес, който го е предизвикал.
- Възпроизвеждат широко разпространени научни факти.
- Сравняват две колони в несложна таблица с измервания и посочват разликите.
- Определят тенденцията, която се наблюдава при съвкупност от измервания, в графика и др.
- Разпознават какво е било променено в експеримент (причината).

Среднотрудни задачи:

- Определят величини, които могат да бъдат измерени и изследвани научно.
- Разграничават промяна на измерваните величини в несложен експеримент.
- Разбират кога е извършено сравнение между два експеримента, но не могат да формулират целта на контролния експеримент.
- Разбират основните характеристики на една научна система и предвиждат резултатите от промяна в нея.
- В несложен и ясно дефиниран контекст възпроизвеждат няколко свързани с него конкретни факти и ги използват за обясняване на природен процес и явление.
- По отношение на конкретен въпрос намират в текст необходимата научна информация.
- При дадени данни и аргументи – избират тези, които потвърждават направен извод.

- Прилагат критерии в конкретен контекст, за да направят заключение или предположение за възможен резултат.
- При дадени дейности – определят дали те могат да бъдат осъществени с помощта на конкретен уред.
- Разграничават контролния опит, спрямо който експерименталните резултати се анализират.
- Планират проучване, елементите на което са в причинна връзка.
- Осъзнават влиянието на неконтролираните променливи и го дефинират в изследване.
- Разбират редица абстрактни научни модели и избират подходящия, за да обяснят природен процес или явление в конкретен контекст, например модели на биологични системи, планетарни модели и др.
- Свързват два или повече елемента от конкретно познание (вкл. от абстрактен източник) за обясняване на конкретен процес или явление.
- Откриват съответните части от графики и ги сравняват, за да отговорят на конкретен въпрос.
- Разбират как да използват контролен опит при анализ на резултати от изследване и извеждане на заключение.
- Тълкуват таблица, в която са представени две променливи и откриват правдоподобни връзки между тях.
- Определят характеристики на несложни технически уреди, представени посредством изображение или описани в текст, и правят извод за начина, по който те се използват.

Трудни задачи:

- Определят променливите, които трябва да бъдат наблюдавани и измервани в проучване.
- Разбират необходимостта да се контролират всички променливи едновременно чрез въздействие върху тях.
- Формулират научен въпрос в контекста на даден проблем.
- Като следват алгоритъм, посочват основни характеристики, идеи и факти и използват връзките между тях при обясняване на природни процеси и явления.
- Обединяват две или три фундаментални научни идеи в даден контекст за обясняване или предвиждане на резултат.
- Сравняват и обсъждат различни данни, представени графично.

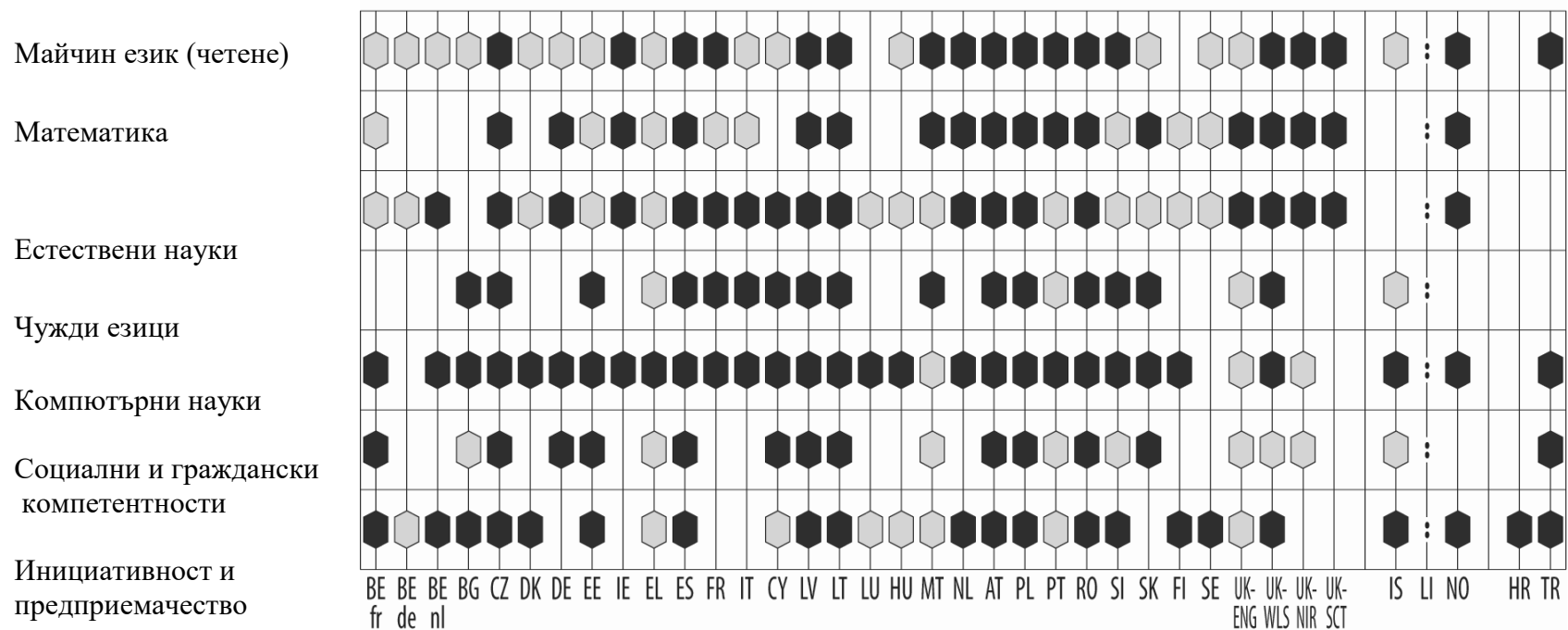
- Разпознават и коментират връзките между съвкупности от данни, които представят различни характеристики на измерваната променлива.
- Като се основават на анализ за това, дали данните са достатъчни, правят оценка за валидността на заключение.
- Определят елементите на даден експеримент, за да решат научен проблем.
- Планират проучване, за да решат конкретен научен проблем.
- Определят променливи, които да бъдат контролирани в експеримент и формулират начин за осъществяване на контрола
- Разбират многообразие от абстрактни системи по физика, биология и химия.
- При анализа на природни процеси обясняват връзките между отделни елементи или концепции.
- Разпознават алтернативни хипотези, които може да се основават на едни и същи емпирични данни и доказателства.
- Формулират хипотеза, като се основават на представени доказателства.
- Предлагат логична аргументация на хипотеза, като използват данни от няколко източника.

Заклучение

Характерни особености на задачите от изследването PISA са, че се решават реални проблеми, част от които включват съвременни постижения на науката и технологиите (синя електроцентрала, съхраняване на въглероден диоксид дълбоко в океана, слънчеви панели и др.), третира интересни, актуални и значими проблеми в науката, опазване на околната среда, здравето на човека и технологиите. Включват оценка и отношение (съпричастност към проблема) и съдействат за формиране на екологично съзнание и нагласи за опазване на околната среда.

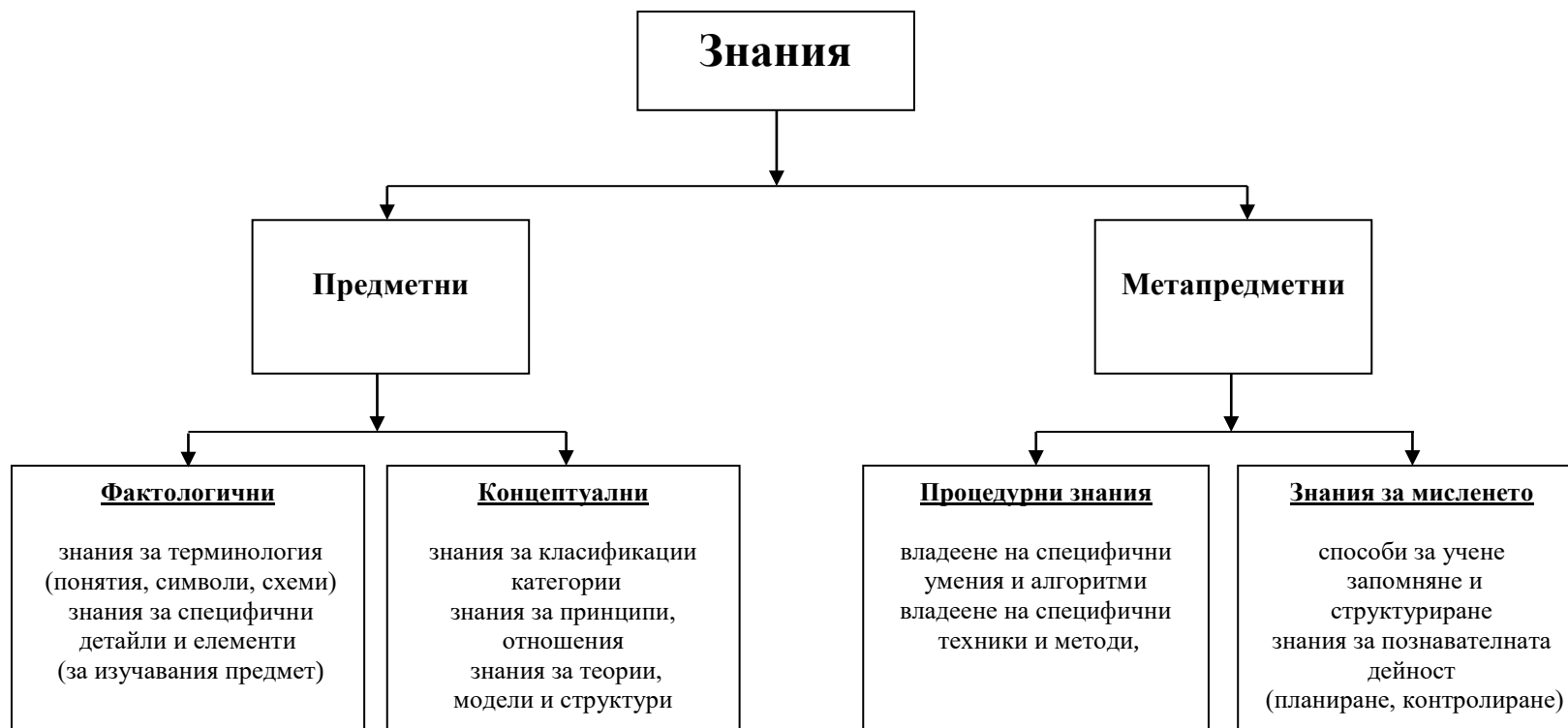
Те могат да се изследват по отношение на подходите за оценяване на всички видове знания – съдържателни (фактологични), епистемологични и процедурни, които трябва да се включат в учебните програми по природните науки. Това ще съдейства за усвояване на такива знания по таксономични равнища и ще ориентира целите на обучение по природни науки към познаване на методи и подходи и компетентности за решаване на проблеми, а не само към възпроизвеждане и използване на фактологични знания. Ще засили формирането на критично мислене, умения за използване на различни видове информация и изграждане на отношение към света.

Приложение 1.



Легенда:  – Има стратегии  – Няма стратегии, но има инициативи

Приложение 2. (Anderson, L.W. & Krathwohl, D.R.,2001, A taxonomy for learning, teaching and assessing, N.Y., Longman)



Приложение 3. Задача „УЛТРАЗВУК“

В много страни могат да се направят снимки на плода (вътреутробно развиващо се бебе) чрез ултразвукова диагностика (ехография). Ултразвукът се смята за безопасен както да майката, така и за плода.



Лекарят държи накрайник и го движи по корема на майката. Ултразвуковите вълни се предават в корема. В корема те се отразяват от повърхността на плода. Тези отразени вълни се улавят от накрайника и се предават на апарата, който възпроизвежда изображението.

Въпрос 1.

За да формира изображение, ултразвуковият апарат трябва да изчисли **разстоянието** между плода и накрайника. Ултразвуковите вълни минават през корема със скорост 1540 m/s. Какво трябва да измери апаратът, за да изчисли това разстояние?

Въпрос 2.

Изображение на плода може да бъде получено и чрез използване на рентгенови лъчи. Лекарите обаче съветват жените да избягват рентгеновите снимки на корема по време на бременност.

Защо жената трябва да избягва рентгеновите снимки на корема, **особено** по време на бременност?

Въпрос 3.

Може ли ултразвуковото изследване на бременните жени да даде отговори на следните въпроси? Оградете „Да“ или „Не“ за всеки от случаите.

Може ли ултразвуковото изследване да даде отговор на този въпрос?	Да или Не
Има ли повече от едно бебе?	Да / Не
Какъв цвят са очите на бебето?	Да / Не
Бебето горе-долу с правилна големина ли е?	Да / Не

Въпрос 4. (измерва нагласите на учениците)

В каква степен сте съгласни със следните твърдения?

Отбележете само по едно квадратче на всеки ред.

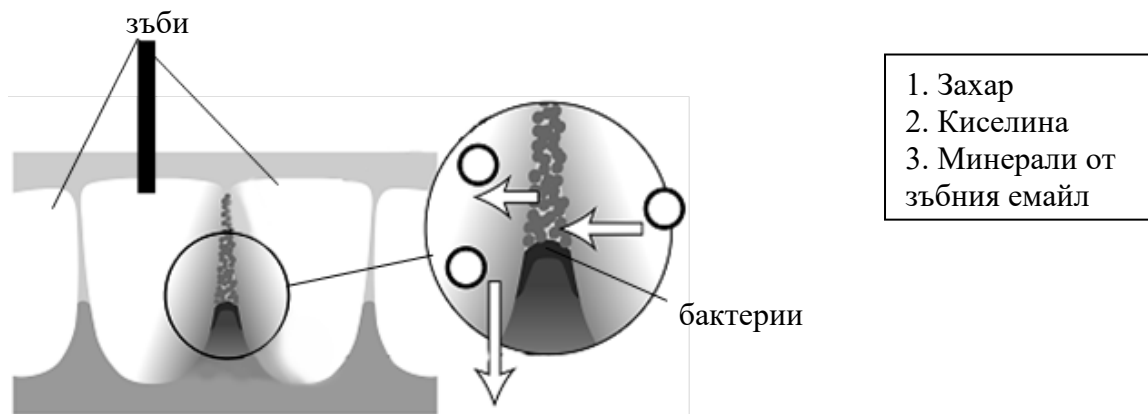
	Напълно съгласен	Съгласен	Несъгласен	Напълно несъгласен
Да разберем как ултразвукът може да проникне в тялото, без да му навреди.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
Да научим повече за разликата между рентгеновите лъчи и ултразвука.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
Да знаем за друга употреба на ултразвука за медицински цели.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4

Приложение 4. Задача „ЗЪБЕН КАРИЕС“

Бактериите, живеещи в устата на човека, причиняват дъбен кариес. Кариесите са проблем от началото на XVIII век, когато захарта става достъпна в резултат на разширеното отглеждане на захарна тръстика.

Днес знаем много за кариесите, например:

- Бактериите, причиняващи кариес, се хранят със захар.
- Захарта се преобразува в киселина.
- Киселината уврежда повърхността на зъба.
- Миенето на зъбите помага за предотвратяването на кариесите.



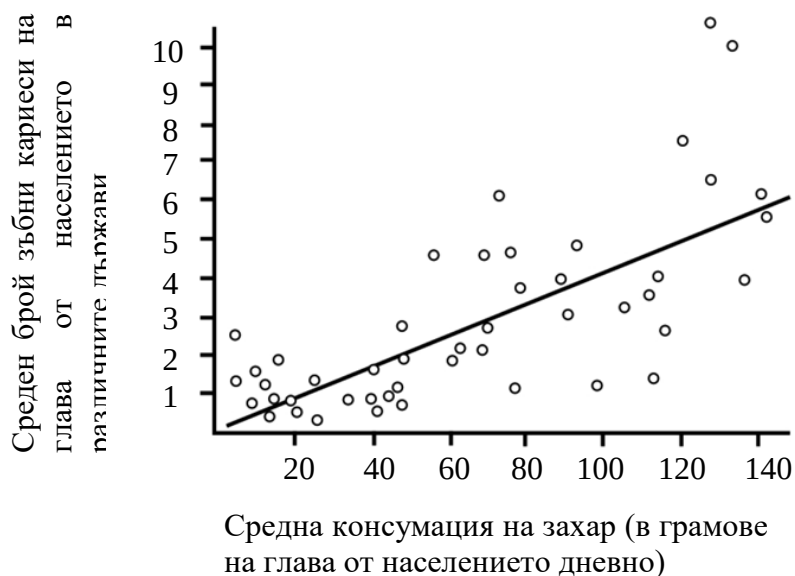
Въпрос 1.

Каква е ролята на бактериите за образуване на кариеси?

- А. Бактериите произвеждат емайл.
- Б. Бактериите произвеждат захар.
- В. Бактериите произвеждат минерали.
- Г. Бактериите произвеждат киселина.

Въпрос 2.

Следната графика показва консумацията на захар и количеството на кариесите в различните държави. Всяка държава е представена чрез точка в графиката.



Кое от следните твърдения е подкрепено от данните в графиката?

- А. В някои държави хората мият зъбите си по-често от хората в други държави.
- Б. Колкото повече захар консумират хората, толкова по-голяма е вероятността да получат кариеси.
- В. През последните години процентът на кариесите в много държави се е увеличил.
- Г. През последните години консумацията на захар в много държави се е увеличила.

Въпрос 3.

В една държава има висок процент кариеси на глава от населението.

Може ли чрез научни експерименти да се отговори на следните въпроси за зъбните кариеси в тази държава? Оградете „Да“ ли „Не“ за всеки въпрос.

Може ли чрез научни експерименти да се отговори на този въпрос за зъбните кариеси?	Да или Не
Какъв ще бъде ефектът върху зъбните кариеси от на флуорид във водата?	Да / Не
Колко трябва да струва посещението при стоматолог?	Да / Не

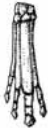
Приложение 5. Задача „ЕВОЛЮЦИЯ“

Днес повечето коне са с аеродинамична форма на тялото и могат да тичат бързо.



Учените са открили вкаменели скелети на животни, които приличат на коне. Те ги смятат за предци на днешните коне. Учените също така са успели да определят периода, през който са живеели тези видове.

Таблицата по-долу дава информация за три от тези вкаменелости и за днешните коне.

Име на животното:	Hyracotherium	Mesohippus	Merychippus	Equus (днешен кон)
Период на съществуване:	Преди 55 до 50 милиона години	Преди 39 до 31 милиона години	Преди 19 до 11 милиона години	Преди 2 милиона години до днес
Скелет на крака (еднакъв мащаб):				

Въпрос 1.

Коя информация от таблицата е значимо доказателство, че днешните коне може да са еволюирали от другите три животни.

Въпрос 2.

Какви допълнителни изследвания могат да направят учените, за да установят как са еволюирали конете?

Оградете „Да“ или „Не“ за всеки от случаите.

Това изследване ще помогне ли да се установи как конете са еволюирали?	Да или Не
Да сравнят броя на конете, живели през различни периоди.	Да / Не
Да търсят скелети, принадлежащи на предците на конете, живели преди 50 до 40 милиона години.	Да / Не

Въпрос 3.

Кое от следните твърдения важи в най-голяма степен за научната теория за еволюцията?

А. На теорията на еволюцията не може да се вярва, защото е невъзможно да видим как се променят видовете.

Б. Теорията за еволюцията е възможна за животните, но не може да се прилага за хората.

В. Еволюцията е научна теория, която в момента почива върху многобройни доказателства.

Г. Еволюцията е теория, чиято достоверност е доказана с научни експерименти.

Приложение 6. Задача „ХИРУРГИЧНА ОПЕРАЦИЯ“

Операциите, извършвани в специално оборудвани операционни зали, са необходими за лечението на много болести.



Въпрос 1.

По време на операция пациентите се анестезират, за да не усещат болка. Анестезията често се подава под формата на газ през маска на лицето, която покрива носа и устата. Участват ли в действието на анестезиращите газове следните системи от човешкия организъм? Оградете „Да“ или „Не“ за всяка от системите.

Тази система участва ли в действието на анестетичните газове?	Да или Не?
Храносмилателна система	Да / Не
Нервна система	Да / Не
Дихателна система	Да / Не

Въпрос 2.

Обяснете защо хирургичните инструменти, използвани в операционните зали, се стерилизират.

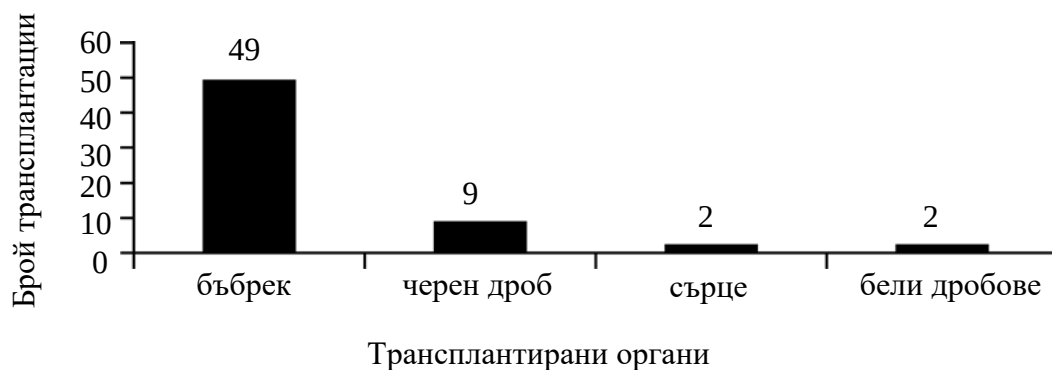
Въпрос 3.

След операция пациентите може да не са в състояние да ядат и да пият, затова им се поставят системи с разтвори, които съдържат вода, захари и минерални соли. Понякога към разтвора се добавят и антибиотици и успокоителни. Защо захарите, добавени към разтвора, са важни за пациентите след операция?

- А. За да се избегне обезводняването.
- Б. За да се контролира следоперативната болка.
- В. За да се лекуват следоперативните инфекции.
- Г. За да се осигури необходимата храна.

Въпрос 4.

Трансплантирането на органи се извършва чрез операции и става все по-разпространено. В графиката по-долу е даден броят на трансплантациите, направени в една болница през 2003 година.



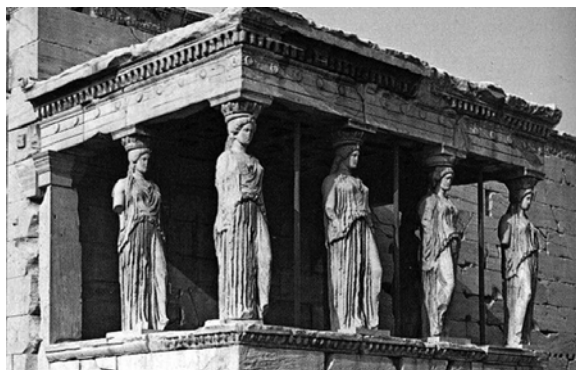
Може ли следните заключения да се направят от горната графика? Оградете „Да“ или „Не“ за всяко заключение.

Може ли това заключение да се направи от графиката?	Да или Не?
Ако се трансплантира бял дроб, трябва да се трансплантира и сърце.	Да / Не
Бъбреците са най-важният орган в човешкото тяло.	Да / Не
Повечето от пациентите, на които е проведена трансплантация, са страдали от бъбречно заболяване.	Да / Не

Приложение 7. Задача „КИСЕЛИНЕН ДЪЖД“

На снимката са показани статуи, наречени кариатиди, издигнати на Акропола в Атина преди повече от 2500 години. Статуите са направени от мрамор. Мраморът е вид скала, която съдържа калциев карбонат.

През 1980 г. оригиналните статуи са преместени вътре в музея на Акропола, а на тяхно място отвън са поставени копия. Оригиналните статуи са били разядени от киселинен дъжд.



Въпрос 1.

Обикновеният дъжд е леко киселинен, защото поглъща определено количество въглероден диоксид от въздуха. Киселинният дъжд е с по-голяма киселинност от обикновения, защото поглъща и газове, като серни и азотни оксиди.

Откъде идват тези серни и азотни оксиди във въздуха?

.....
.....

Въпрос 2.

Въздействието на киселинния дъжд върху мрамора може да се демонстрира, като се оставят малки парчета мрамор в оцет в продължение на една нощ. Оцетът и киселинният дъжд са с почти еднаква киселинност. Когато поставим парченце мрамор в оцет, се появяват мехурчета газ. Преди и след експеримента се измерва масата на мраморното парченце.

Мраморно парченце има маса 2,0 грама, преди да бъде потопено в оцет за една нощ. На следващия ден парченцето е извадено и изсушено. Каква ще бъде масата на сухото парченце мрамор?

- А. по-малко от 2,0 грама
- Б. точно 2,0 грама
- В. между 2,0 и 2,4 грама
- Г. повече от 2,4 грама

Въпрос 3.

Учениците, които правят този експеримент, поставят парченце мрамор и в чиста (дестилирана) вода за една нощ.

Обяснете защо учениците са включили и този опит в своя експеримент.

.....
.....

Приложение 8. Задача „ПАРНИКОВ ЕФЕКТ“

Парниковият ефект: факт или измислица?

Живите същества се нуждаят от енергия, за да оцелеят. Енергията, поддържаща живота на Земята, идва от Слънцето, което излъчва енергия в Космоса, защото е горещо. Малка част от тази енергия достига Земята.

Земната атмосфера изпълнява ролята на защитен слой около повърхността на нашата планета, като я предпазва от резки температурни промени, каквито биха съществували в един свят без въздух.

По-голямата част от енергията, идваща от Слънцето, преминава през земната атмосфера. Земята поглъща част от тази енергия, а друга част се отразява от земната повърхност. Част от тази отразена енергия се поглъща от атмосферата.

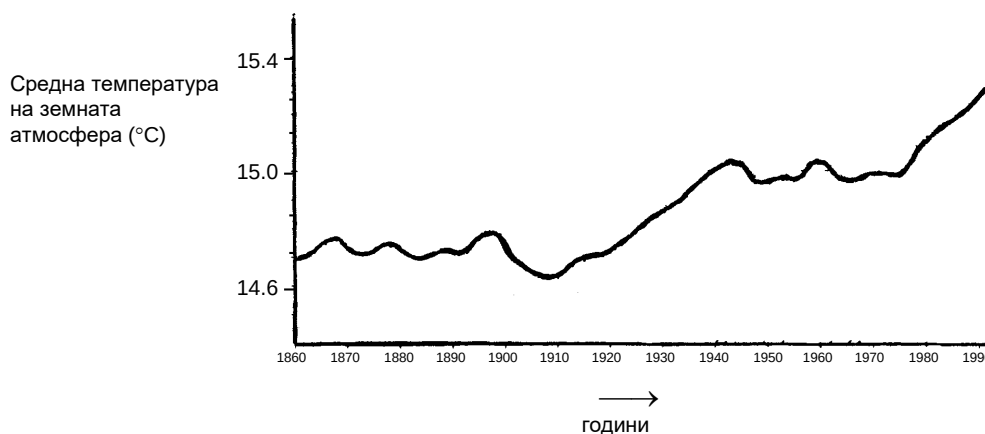
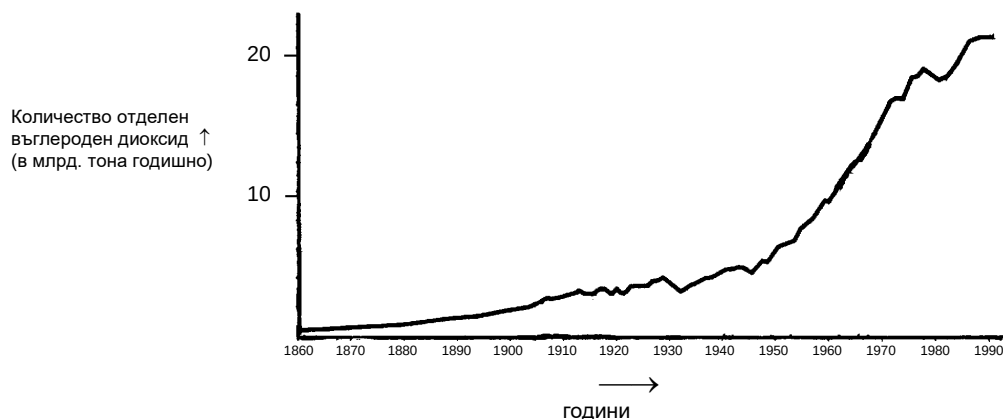
В резултат на това средната температура на земната повърхност е по-висока, отколкото би била, ако нямаше атмосфера. Земната атмосфера действа като парник, откъдето идва и терминът *парников ефект*.

Твърди се, че парниковият ефект става по-отчетлив през XX в.

Факт е, че средната температура на земната атмосфера се е повишила. Вестниците и периодичните издания често посочват увеличеното отделяне на въглероден диоксид като основна причина за покачването на температурите през XX в.

Андрей е ученик и се интересува от вероятната връзка между средната температура на земната атмосфера и количеството на отделения в нея въглероден диоксид.

В библиотеката той попада на следните две графики.



От информацията, представена в двете графики, Андрей прави извод, че със сигурност повишаването на средната температура на земната атмосфера се дължи на увеличеното отделяне на въглероден диоксид.

Въпрос 1.

Кое в представените графики подкрепя извода на Андрей?

.....
.....

Въпрос 2.

Друг ученик, Жана, не е съгласна със заключението на Андрей. Тя сравнява двете графики и посочва, че отделни части от тях не подкрепят неговия извод.

Посочете като пример част от графиките, които не подкрепят извода на Андрей. Обяснете отговора си.

.....
.....

Въпрос 3.

Андрей упорито твърди, че повишаването на средната температура на атмосферата на Земята е причинена от увеличеното отделяне на въглероден диоксид. Жана обаче смята, че това заключение е прибързано. Тя казва: „Преди да приемеш това заключение, трябва да се увериш, че другите фактори, които оказват влияние върху парниковия ефект, не се променят“.

Посочете един от факторите, за които говори Жана.

.....
.....

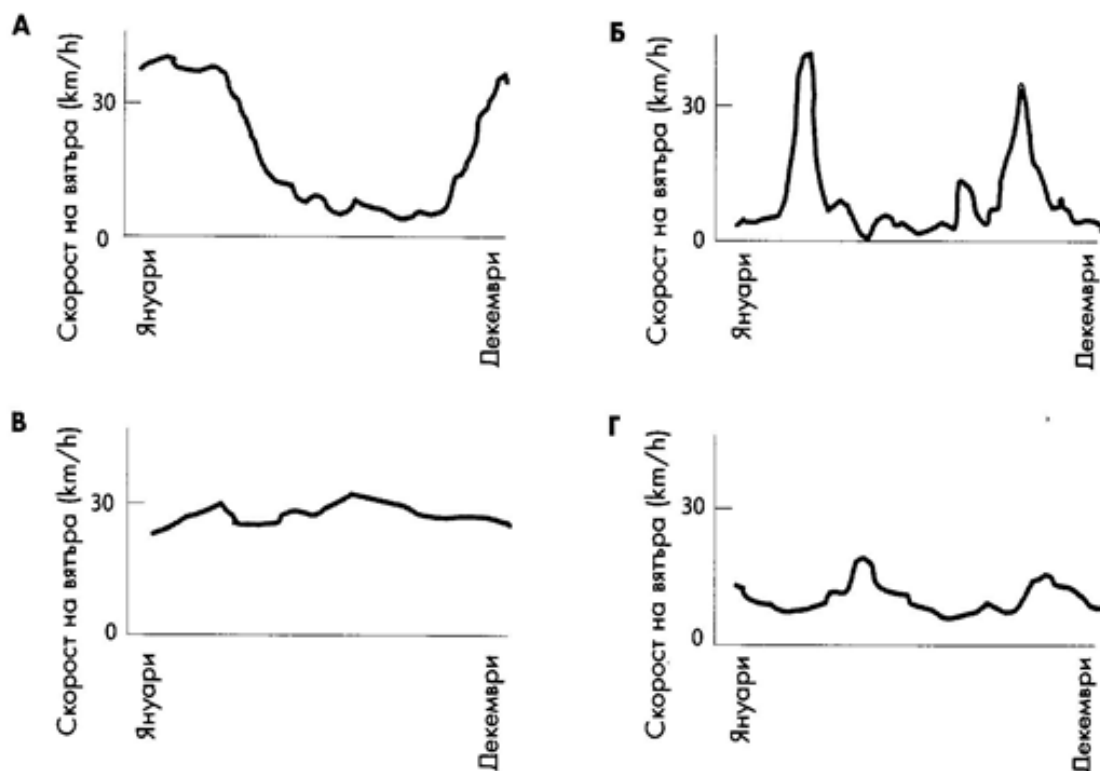
Приложение 9. Задача „ВЯТЪРНИ ЦЕНТРАЛИ“

Много хора смятат, че вятърът трябва да замести нефта и въглищата като източник на енергия за производството на електричен ток. На снимката се виждат вятърни турбини с лопатки, които вятърът върти. Тези завъртания водят до производство на електричен ток от генератори, които вятърните турбини завъртат.



Въпрос 1.

Графиките по-долу показват средните скорости на вятъра на четири различни места през цялата година. Коя от графиките отразява най-подходящото място за построяване на вятърна централа за производството на електричен ток?



Въпрос 2.

Колкото по-силен е вятърът, толкова по-бързо се въртят лопатките на вятърната турбина и толкова повече електроенергия се произвежда. Но в реална обстановка няма пряка връзка между скоростта на вятъра и електроенергията. Отдолу са дадени четири работни условия за производство на електричество в реална вятърна централа. Лопатките на вятърната турбина започват да се въртят, когато скоростта на вятъра достигне V_1 .

Производството на електроенергия достига максимум (W), когато скоростта на вятъра е V_2 .

От съображения за сигурност лопатките са конструирани така, че да не могат да се въртят по-бързо, отколкото се въртят, когато скоростта на вятъра е V_2 . Лопатките спират да се въртят, когато скоростта на вятъра достигне V_3 .
Коя от следните графики най-добре представя отношението между скоростта на вятъра и електроенергията при тези работни условия?



Въпрос 3.

Колкото по-голяма е надморската височина, толкова по-бавно се въртят вятърните турбини при една и съща скорост на вятъра.

Кое от следните твърдения обяснява най-добре защо лопатките на вятърните турбини се въртят по-бавно на по-високи места, при една и съща скорост на вятъра.

- А. Плътността на въздуха намалява с нарастването на надморската височина.
- Б. Температурата се понижава с нарастването на надморската височина.
- В. Гравитацията отслабва с нарастването на надморската височина.
- Г. На по-голяма надморска височина вали по-често.

Въпрос 4.

Опишете едно предимство и един недостатък на използването на вятъра за генериране на електричен ток в сравнение с използването на полезни изкопаеми като въглищата и нефта.

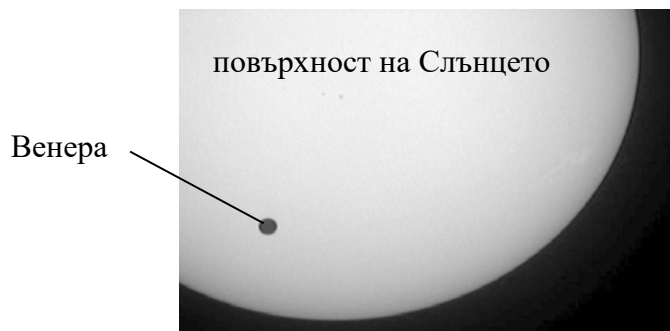
Предимство:

 Недостатък:

Приложение 10. Задача „ПАСАЖ НА ВЕНЕРА“

На 8 юни 2004 г. от много места на Земята можеше да се види как планетата Венера минава пред Слънцето. Това явление се нарича пасаж на Венера и се случва, когато орбитата на Венера я отвежда между Слънцето и Земята. Предишният пасаж на Венера е бил през 1882 г., а следващия през 2012 година.

На снимката по-долу се вижда пасажът на Венера през 2004 година. Към Слънцето бил насочен телескоп, а образът бил проектиран върху бяла карта.



Въпрос 1.

Защо пасажът е бил наблюдаван чрез проектиране на образа върху бяла карта, а не чрез пряко наблюдение през телескопа?

- А. Светлината на Слънцето е била твърде ярка, за да се вижда Венера.
- Б. Слънцето е достатъчно голямо, за да се вижда и без увеличение.
- В. Наблюдаването на Слънцето през телескоп може да увреди очите.
- Г. Образът е трябвало да бъде смален чрез проектирането му върху карта.

Въпрос 2.

Коя от планетите може да бъде видяна в пасаж пред Слънцето в определени моменти при наблюдение от Земята?

- А. Меркурий
- Б. Марс
- В. Юпитер
- Г. Сатурн

Въпрос 3.

В следното твърдение са подчертани няколко думи.

Астрономите предсказват, че ако се гледа от Нептун, ще има пасаж на Сатурн пред Слънцето по-късно през този век.

Кои **три** думи ще се най-полезни при търсене в интернет или библиотеката, за да се установи кога ще бъде този пасаж?