



Funded by
the European Union

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН
БИЛИМ БЕРҮҮ ЖАНА ИЛИМ
МИНИСТРЛИГИ



МИНИСТЕРСТВО
ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ



THE WORLD BANK



Естественно-научная грамотность: формирование и оценивание

Пентин
Александр
Юрьевич

Иссык-Куль 2022

PISA

Какие вопросы будут затронуты на нашем занятии

1. Что такое естественно-научная грамотность?
2. Основные подходы к оценке естественно-научной грамотности.
3. Измерительные процедуры для оценки естественно-научной грамотности.
4. Проблемы формирования естественно-научной грамотности.

1. Смысл понятия «естественно-научная грамотность»

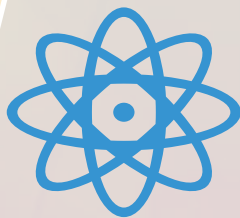
Естественно-научная грамотность



Основная цель школьного естественно-научного образования в большинстве стран мира



Это не синоним естественно-научных знаний и умений. Это знания и умения – в действии!



И не просто в действии, а применительно к реальным задачам и проблемам

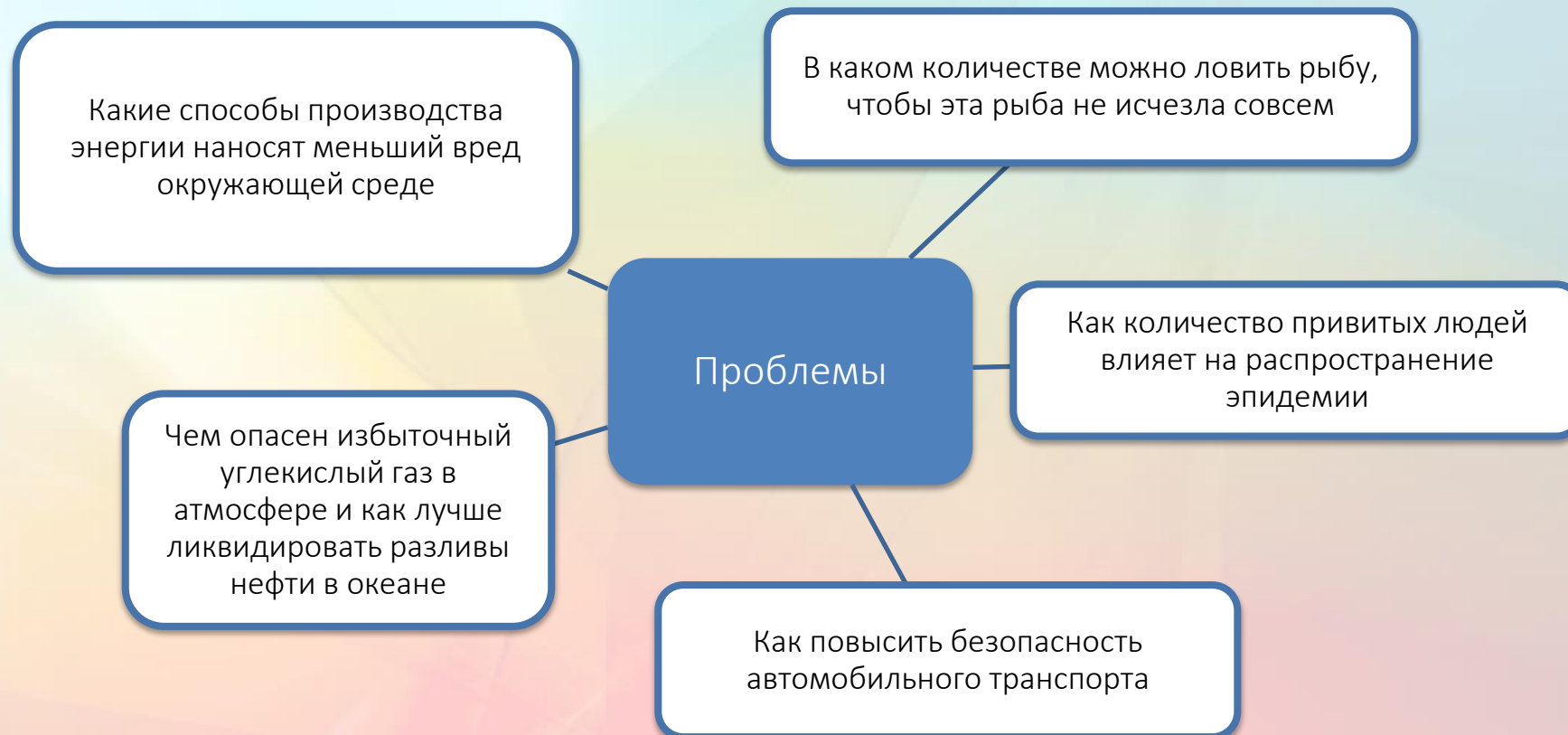
Естественно-научная грамотность согласно определению PISA

Естественно-научная грамотность – это способность человека занимать активную гражданскую позицию по вопросам, связанным с применением естественно-научных знаний, и его готовность интересоваться естественно-научными идеями. Естественно-научно грамотный человек стремится участвовать **в аргументированном обсуждении проблем, относящихся к естественным наукам и технологиям**, что требует от него следующих компетентностей:

- **научно объяснять явления;**
- **демонстрировать понимание основных особенностей естественно-научного исследования;**
- **интерпретировать данные и использовать научные доказательства для получения выводов.**

Почему естественно-научная грамотность – это гражданское качество?

В качестве примера, вот какие проблемы предлагается исследовать школьникам в ряде заданий PISA:



Примеры заданий по естественно-научной грамотности PISA

PISA 2015

Ископаемые виды топлива

Вопрос 1 / 4

Прочитайте текст «Ископаемые виды топлива», расположенный справа. Для ответа на вопрос отметьте нужный вариант ответа.

Использование биотоплива не так сильно влияет на уровень CO₂ в атмосфере, как использование ископаемых видов топлива. Какое из приведённых ниже утверждений лучше всего объясняет, почему?

- Биотопливо при горении не выделяет CO₂.
- Растения, используемые для производства биотоплива, пока они растут, поглощают CO₂ из атмосферы.
- По мере сгорания биотоплива поглощает часть CO₂ из атмосферы.
- CO₂, выделяемый электростанциями на биотопливе, имеет иные химические свойства, чем CO₂, выделяемый электростанциями на ископаемом топливе.

ИСКОПАЕМЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА

Многие электростанции сжигают топливо на основе углерода и выделяют углекислый газ (CO₂). CO₂, выбрасываемый в атмосферу, оказывает негативное влияние на глобальный климат. Инженеры используют различные стратегии, чтобы уменьшить количество CO₂, выбрасываемого в атмосферу.

Одна из таких стратегий заключается в сжигании биотоплива вместо ископаемого топлива. В то время как ископаемое топливо образуется из давно умерших организмов, биотопливо образуется из растений, которые жили и умерли недавно.

Другая стратегия предполагает улавливание части CO₂, выделяемого электростанциями, и хранение её глубоко под землей или в океане. Эта стратегия называется "улавливание и хранение углерода".

Биотопливо

Выбрасывается в атмосферу

CO₂, используемый при фотосинтезе

Топливо для электростанций

Выбросы CO₂ с электростанции

Ископаемое топливо

Хранится в океане

PISA 2015

Рациональное рыбоводство

Вопрос 1 / 4

Прочитайте текст, расположенный ниже. Для ответа на вопрос используйте метод «Перетащить и оставить».

На схеме показан проект экспериментального рыбного хозяйства с тремя большими бассейнами. Отфильтрованная солёная вода закачивается из океана, переходит из одного бассейна в другой и снова возвращается в океан. Основная цель рыбного хозяйства – выращивание морского языка и его отлов экологически рациональным способом.

- **Морской язык:** Выращиваемая рыба. Его любимая пища: морские черви.
- **Микроводоросли:** Микроскопические организмы, которым для роста нужны только свет и питательные вещества.
- **Морские черви:** Беспозвоночные: питаются микроводорослями, они очень быстро растут.
- **Моллюски:** Организмы, питающиеся микроводорослями и другими мелкими организмами в воде.
- **Спартина:** Трава, поглощающая питательные вещества и отходы из воды.

В хозяйстве также будут использоваться следующие организмы:

В этом бассейне вода очищается.

В этом бассейне ловится рыба.

Фильтры, позволяющие только микроводорослям перемещаться в рыбном хозяйстве с потоком воды.

Исследователям необходимо решить, в какой бассейн следует поместить каждый организм. Перетащите каждый из следующих организмов в соответствующий бассейн, чтобы обеспечить питание морского языка и возвращение солёной воды в океан в неизменном виде. Микроводоросли уже находятся в нужном бассейне.

Морской язык

Морские черви

Моллюски

Спартина

Примеры заданий по естественно-научной грамотности PISA

PISA 2015

ПОДУШКИ БЕЗОПАСНОСТИ

вопрос 3 / 3

Вспользуйтесь текстом "Подушки безопасности", расположенным на двух страницах справа. Запишите свой ответ на вопрос.

Нижe приведен отрывок из газетной статьи:

Подушки безопасности установлены в автомобилях, чтобы снизить вероятность получения травм при столкновениях. В подушках используется химическое соединение, азид натрия, которое настолько токсично, что даже небольшое его количество, попавшее в организм при вдыхании или глотании, может убить человека.

Сформулируйте один вопрос, связанный с поднятой в этом отрывке проблемой использования подушек безопасности, для ответа на который ученые должны провести исследование.

ПОДУШКИ БЕЗОПАСНОСТИ

В последние годы производители транспортных средств сконструировали системы защиты пассажиров, включающие в себя ремни безопасности и подушки безопасности. Подушка безопасности – это подушка, которая моментально надувается в момент столкновения.

Водитель-манекен

Надувшаяся подушка безопасности

Бетонный блок

PISA 2015

РАДИОТЕРАПИЯ

Вопрос 4 / 4

Вспользуйтесь "Графиком 3", расположенным справа. Запишите свой ответ на вопрос.

В чем, согласно этому графику, заключается преимущество лечения опухоли с помощью протонотерапии по сравнению с радиотерапией?

РАДИОТЕРАПИЯ

График 3

В последние годы некоторые опухоли вылечивали с помощью **протонотерапии**: опухоль подвергалась воздействию пучка протонов (положительно заряженных частиц) вместо использования рентгеновских лучей.

Приведенные ниже графики позволяют сравнить энергию, поглощаемую тканями, когда они подвергаются воздействию протонов (кривая 1) и воздействию рентгеновских лучей (кривая 2) в том случае, когда опухоль расположена на глубине от 3 до 4 см под кожей.

Поглощаемая энергия (единицы энергии)

Рентгеновские лучи (кривая 2)

Протоны (кривая 1)

0 10 20 30 Глубина тканей (см)

Здоровые ткани Опухоль Здоровые ткани

Энергия, поглощаемая тканями, расположенными на различной глубине под кожей



Какие выводы можно сделать из определения естественно-научной грамотности и содержания заданий PISA?

- Школьникам предлагается решать проблемы, связанные с реальной жизнью: экологическими, медицинскими, хозяйственными, вопросами безопасности и др.
- В заданиях описывается новая для учащихся проблемная ситуация.
- Для решения проблемы учащимся надо внимательно проанализировать описанную ситуацию и продемонстрировать владение компетенциями естественно-научной грамотности:
 - научно объяснять явления;
 - понимать особенности естественно-научного исследования;
 - интерпретировать данные и делать выводы.

Задание 1

Какие качества из перечисленных ниже являются обязательными характеристиками естественно-научной грамотности человека?

Выберите все верные варианты ответа.

- A. Высокие интеллектуальные способности
- B. Обширные научные знания
- C. Способность применять знания и умения в новых ситуациях
- D. Высокая креативность
- E. Понимание того, на какие вопросы можно получить ответ с помощью естественно-научных исследований

2. Основные подходы к оценке естественно-научной грамотности



PISA

Основной инструмент оценки и формирования естественно-научной грамотности – учебные задания особого типа

Требования к этим заданиям:

- они должны основываться на проблемных ситуациях, имеющих реальный жизненный характер;
- для анализа этих ситуаций необходимо применить компетенции естественно-научной грамотности

Модель задания PISA по оценке естественно-научной грамотности





PISA

Три основные компетенции, характеризующие естественно-научную грамотность

- Объяснение или описание естественно-научных явлений на основе имеющихся научных знаний, а также прогнозирование изменений.
- Понимание особенностей естественно-научного исследования.
- Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов.

СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЕ ОБЛАСТИ И ТИПЫ НАУЧНОГО ЗНАНИЯ

- **Содержательное знание**, знание научного содержания, относящегося к **физическим** системам (физика и химия), **живым** системам (биология) и **наукам о Земле и Вселенной** (география, геология, астрономия).
- **Процедурное знание**, знание разнообразных методов, используемых для получения научного знания, а также стандартных исследовательских процедур.

Контекст – тематическая область, к которой относится описанная в вопросе (задании) проблемная ситуация. Контексты в PISA:

- здоровье;
- природные ресурсы;
- окружающая среда;
- опасности и риски;
- связь науки и технологий.

При этом каждая из ситуаций может рассматриваться на одном из трех уровней: *личностном* (связанном с самим учащимся, его семьей, друзьями), *местном/национальном* или *глобальном* (в котором рассматриваются явления, происходящие в различных уголках мира).



Трудность любого вопроса – это сочетание его собственной интеллектуальной сложности (т.е. сложности требуемых мыслительных процедур) и объема знаний и умений, необходимых для выполнения задания. Выделяются следующие познавательные уровни:

- **Низкий**

Выполнять одношаговую процедуру, например, распознавать факты, термины, принципы или понятия, или найти единственную точку, содержащую информацию, на графике или в таблице.

- **Средний**

Использовать и применять понятийное знание для описания или объяснения явлений, выбирать соответствующие процедуры, предполагающие два шага или более, интерпретировать или использовать простые наборы данных в виде таблиц или графиков.

- **Высокий**

Анализировать сложную информацию или данные, обобщать или оценивать доказательства, обосновывать, формулировать выводы, учитывая разные источники информации, разрабатывать план или последовательность шагов, ведущих к решению проблемы.

Тренируемся в определении характеристик задания

В этом задании рассматривается явление, которое называется синдром гибели пчелиных семей. Вводные материалы включают короткий текст, описывающий это явление, и график, представляющий результаты исследования, в котором изучалась связь между использованием инсектицида имидаклоприд и гибелью пчелиных семей.

PISA 2015

Синдром гибели пчелиных семей
Вопрос 1 / 5


Прочитайте текст *"Синдром гибели пчелиных семей"*, расположенный справа. Запишите свой ответ на вопрос.

Людам, которые разводят и изучают пчёл, очень важно понимать, что такое синдром гибели пчелиных семей, однако этот синдром может оказывать влияние не только на пчёл. Люди, изучающие птиц, также заметили его влияние. Подсолнух служит источником пищи и для пчёл, и для некоторых видов птиц. Пчёлы питаются нектаром подсолнуха, а птицы – его семенами.

Учитывая эту связь, объясните, почему исчезновение пчёл может привести к сокращению популяции птиц.

СИНДРОМ ГИБЕЛИ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ

Пчелиным семьям по всему миру угрожает опасное явление. Оно называется «синдром гибели пчелиных семей». Оно состоит в том, что пчёлы покидают свой улей. Отделившись от улья, пчёлы погибают, и таким образом синдром гибели пчелиных семей уже вызвал гибель десятков миллиардов пчёл. Учёные считают, что существует несколько причин гибели пчелиных семей.



Определите характеристики задания 1/5 «Синдром гибели пчелиных семей».
Отметьте по одному варианту ответа для каждой характеристики.

Компетенция

- Научное объяснение явлений
- Понимание особенностей естественнонаучного исследования
- Интерпретация данных использование научных доказательств для получения выводов

Содержательная область

- Физические системы
- Живые системы
- Науки о Земле и Вселенной

Контекст

- Здоровье
- Природные ресурсы
- Окружающая среда
- Опасности и риски
- Связь науки и технологий

Познавательный уровень

- Низкий
- Средний
- Высокий

Проверим себя

PISA 2015

Синдром гибели пчелиных семей
Вопрос 1 / 5


Прочитайте текст «Синдром гибели пчелиных семей», расположенный справа. Запишите свой ответ на вопрос.

Людам, которые разводят и изучают пчёл, очень важно понимать, что такое синдром гибели пчелиных семей, однако этот синдром может оказывать влияние не только на пчёл. Люди, изучающие птиц, также заметили его влияние. Подсолнух служит источником пищи и для пчёл, и для некоторых видов птиц. Пчёлы питаются нектаром подсолнуха, а птицы – его семенами.

Учитывая эту связь, объясните, почему исчезновение пчёл может привести к сокращению популяции птиц.

СИНДРОМ ГИБЕЛИ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ

Пчелиным семьям по всему миру угрожает опасное явление. Оно называется «синдром гибели пчелиных семей». Оно состоит в том, что пчёлы покидают свой улей. Отделившись от улья, пчёлы погибают, и таким образом синдром гибели пчелиных семей уже вызвал гибель десятков миллиардов пчёл. Учёные считают, что существует несколько причин гибели пчелиных семей.



Для правильного ответа на вопрос учащиеся должны дать объяснение, в котором говорится о том, что цветы не смогут образовывать семена без опыления. **Компетенция**, которая требуется для ответа на этот вопрос, - «научное объяснение явлений», поскольку учащимся надо применить для объяснения соответствующие естественнонаучные знания.

Содержательная область: Живые системы

Контекст: Окружающая среда

Познавательный уровень: Средний

В этом задании учащимся предлагается продемонстрировать понимание того, какой вопрос исследуется в данном эксперименте.

PISA 2015

Синдром гибели пчелиных семей
Вопрос 2 / 5

Прочитайте текст "Воздействие имидаклоприда", расположенный справа. Выберите в выпадающих меню правильное завершение предложения.

Опишите проведённый учёными эксперимент, дополнив следующее предложение.

Учёные изучили влияние

Выберите

на

Выберите

СИНДРОМ ГИБЕЛИ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ
Воздействие имидаклоприда

Учёные считают, что существует несколько причин гибели пчелиных семей. Одна из возможных причин – инсектицид под названием имидаклоприд, из-за которого пчёлы могут потерять способность ориентироваться вне улья.

Учёные провели эксперименты, чтобы выяснить, приводит ли воздействие имидаклоприда к гибели семей. В некоторых ульях они в течение трёх недель добавляли в пищу пчёл инсектицид. Разные ульи подвергались воздействию разных концентраций инсектицида, измеряемых в микрограммах инсектицида на килограмм пищи (мкг/кг). Некоторые ульи совсем не подвергались воздействию инсектицида.

Ни одна из семей не погибла сразу же после воздействия инсектицида. Тем не менее, к 14-й неделе некоторые ульи опустели. Результаты экспериментов отражены на следующем графике:

Число недель после воздействия инсектицида	0 мкг/кг	20 мкг/кг	400 мкг/кг
10	0%	0%	0%
12	0%	0%	0%
14	0%	25%	50%
16	0%	25%	50%
18	0%	25%	100%
20	25%	75%	100%
22	25%	100%	100%

Определите характеристики задания 2/5 «Синдром гибели пчелиных семей».
Отметьте по одному варианту ответа для каждой характеристики.

Компетенция

- Научное объяснение явлений
- Понимание особенностей естественнонаучного исследования
- Интерпретация данных использование научных доказательств для получения выводов

Содержательная область

- Физические системы
- Живые системы
- Науки о Земле и Вселенной

Контекст

- Здоровье
- Природные ресурсы
- Окружающая среда
- Опасности и риски
- Связь науки и технологий

Познавательный уровень

- Низкий
- Средний
- Высокий

Проверим себя

Для выполнения этого задания надо применить **компетенцию** «понимание особенностей естественно-научного исследования». В каждом выпадающем меню предлагаются три следующих варианта:

- гибель пчелиных семей;
- концентрация имидаклоприда в пище;
- невосприимчивость пчёл к имидаклоприду.

Правильный ответ состоит в том, что ученые изучали влияние концентрации имидаклоприда в пище на гибель пчелиных семей, и такой ответ указывает на то, что учащийся правильно идентифицирует независимые и зависимые переменные в данном эксперименте.

Содержательная область: Живые системы

Контекст: Окружающая среда

Познавательный уровень: Средний

PISA 2015

Синдром гибели пчелиных семей
Вопрос 2 / 5

Прочитайте текст "Воздействие имидаклоприда", расположенный справа. Выберите в выпадающих меню правильное завершение предложения.

Опишите проведённый учёными эксперимент, дополнив следующее предложение.

Учёные изучили влияние

Выберите

на

Выберите

СИНДРОМ ГИБЕЛИ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ
Воздействие имидаклоприда

Учёные считают, что существует несколько причин гибели пчелиных семей. Одна из возможных причин – инсектицид под названием имидаклоприд, из-за которого пчёлы могут потерять способность ориентироваться вне улья.

Учёные провели эксперименты, чтобы выяснить, приводит ли воздействие имидаклоприда к гибели семей. В некоторых ульях они в течение трёх недель добавляли в пищу пчёл инсектицид. Разные ульи подвергались воздействию разных концентраций инсектицида, измеряемых в микрограммах инсектицида на килограмм пищи (мкг/кг). Некоторые ульи совсем не подвергались воздействию инсектицида.

Ни одна из семей не погибла сразу же после воздействия инсектицида. Тем не менее, к 14-й неделе некоторые ульи опустели. Результаты экспериментов отражены на следующем графике:

График показывает процент погибших пчелиных семей (Y-ось, 0% до 100%) в зависимости от времени (X-ось, 10 до 22 недели) для трех концентраций инсектицида: 0 мкг/кг (синяя линия), 20 мкг/кг (красная линия) и 400 мкг/кг (зеленая линия). Концентрация 0 мкг/кг не вызывает гибели. Концентрация 20 мкг/кг вызывает гибель с 14-й недели. Концентрация 400 мкг/кг вызывает гибель с 12-й недели.

Число недель после воздействия инсектицида	0 мкг/кг	20 мкг/кг	400 мкг/кг
10	0%	0%	0%
12	0%	0%	0%
14	0%	25%	50%
16	0%	25%	50%
18	0%	25%	100%
20	25%	75%	100%
22	25%	100%	100%

Это задание предполагает анализ графика с данными о взаимосвязи между концентрацией применяемого инсектицида и временем, через которое погибают пчелиные семьи.

PISA 2015

Синдром гибели пчелиных семей
Вопрос 3 / 5

Прочитайте текст "Воздействие имидаклоприда", расположенный справа. Для ответа на вопрос отметьте нужный вариант ответа.

Какой из приведённых ниже выводов соответствует результатам, показанным на графике?

- Семьи, подвергшиеся воздействию большего количества имидаклоприда, обычно гибнут быстрее.
- Семьи, подвергшиеся воздействию имидаклоприда, гибнут в течение 10 недель после воздействия.
- Воздействие имидаклоприда в количестве, меньшем 20 мкг/кг, не вредит семьям.
- Семьи, подвергшиеся воздействию имидаклоприда, не проживают дольше 14 недель.

СИНДРОМ ГИБЕЛИ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ
Воздействие имидаклоприда

Учёные считают, что существует несколько причин гибели пчелиных семей. Одна из возможных причин – инсектицид под названием имидаклоприд, из-за которого пчёлы могут потерять способность ориентироваться вне улья.

Учёные провели эксперименты, чтобы выяснить, приводит ли воздействие имидаклоприда к гибели семей. В некоторых ульях они в течение трёх недель добавляли в пищу пчёл инсектицид. Разные ульи подвергались воздействию разных концентраций инсектицида, измеряемых в микрограммах инсектицида на килограмм пищи (мкг/кг). Некоторые ульи совсем не подвергались воздействию инсектицида.

Ни одна из семей не погибла сразу же после воздействия инсектицида. Тем не менее, к 14-й неделе некоторые ульи опустели. Результаты экспериментов отражены на следующем графике:

График показывает зависимость процента погибших пчелиных семей от времени после воздействия инсектицида. По оси абсцисс отложено время в неделях (10, 12, 14, 16, 18, 20, 22). По оси ординат – процент погибших семей (0%, 25%, 50%, 75%, 100%). Три линии соответствуют разным концентрациям инсектицида: 0 мкг/кг (синяя линия с ромбами), 20 мкг/кг (красная линия с квадратами) и 400 мкг/кг (зеленая линия с треугольниками).

Число недель после воздействия инсектицида	0 мкг/кг	20 мкг/кг	400 мкг/кг
10	0%	0%	0%
12	0%	0%	0%
14	0%	25%	50%
16	0%	25%	50%
18	0%	25%	100%
20	25%	75%	100%
22	25%	100%	100%

Определите характеристики задания 3/5 «Синдром гибели пчелиных семей».
Отметьте по одному варианту ответа для каждой характеристики.

Компетенция

- Научное объяснение явлений
- Понимание особенностей естественнонаучного исследования
- Интерпретация данных использование научных доказательств для получения выводов

Содержательная область

- Физические системы
- Живые системы
- Науки о Земле и Вселенной

Контекст

- Здоровье
- Природные ресурсы
- Окружающая среда
- Опасности и риски
- Связь науки и технологий

Познавательный уровень

- Низкий
- Средний
- Высокий

Проверим себя

PISA 2015

Синдром гибели пчелиных семей
Вопрос 3 / 5

Прочитайте текст "Воздействие имидаклоприда", расположенный справа. Для ответа на вопрос отметьте нужный вариант ответа.

Какой из приведённых ниже выводов соответствует результатам, показанным на графике?

- Семьи, подвергшиеся воздействию большего количества имидаклоприда, обычно гибнут быстрее.
- Семьи, подвергшиеся воздействию имидаклоприда, гибнут в течение 10 недель после воздействия.
- Воздействие имидаклоприда в количестве, меньшем 20 мкг/кг, не вредит семьям.
- Семьи, подвергшиеся воздействию имидаклоприда, не проживают дольше 14 недель.

СИНДРОМ ГИБЕЛИ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ
Воздействие имидаклоприда

Учёные считают, что существует несколько причин гибели пчелиных семей. Одна из возможных причин – инсектицид под названием имидаклоприд, из-за которого пчёлы могут потерять способность ориентироваться вне улья.

Учёные провели эксперименты, чтобы выяснить, приводит ли воздействие имидаклоприда к гибели семей. В некоторых ульях они в течение трёх недель добавляли в пищу пчёл инсектицид. Разные ульи подвергались воздействию разных концентраций инсектицида, измеряемых в микрограммах инсектицида на килограмм пищи (мкг/кг). Некоторые ульи совсем не подвергались воздействию инсектицида.

Ни одна из семей не погибла сразу же после воздействия инсектицида. Тем не менее, к 14-й неделе некоторые ульи опустели. Результаты экспериментов отражены на следующем графике:

Число недель	0 мкг/кг	20 мкг/кг	400 мкг/кг
10	0%	0%	0%
12	0%	0%	0%
14	0%	25%	50%
16	0%	25%	50%
18	0%	25%	100%
20	25%	75%	100%
22	25%	100%	100%

Этот вопрос направлен на оценивание **компетенции «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов»**.

Правильный ответ – это первый вариант: «Семьи, подвергшиеся воздействию большего количества имидаклоприда, обычно гибнут быстрее». Этот вывод следует из анализа графика, показывающего, что в период с 14-й по 20-ю неделю проведения эксперимента процент гибели пчелиных семей выше при концентрации инсектицида 400 мкг/кг в сравнении с 20 мкг/кг.

Содержательная область: Живые системы

Контекст: Окружающая среда

Познавательный уровень: Средний

Задания 4/5 и 5/5 «Синдром гибели пчелиных семей»

PISA 2015

Синдром гибели пчелиных семей

Вопрос 4 / 5

Прочитайте текст "Воздействие имидаклоприда", расположенный справа. Запишите свой ответ на вопрос.

Посмотрите на результаты 20-ти недель эксперимента для ульев, которые учёные не подвергали воздействию имидаклоприда (0 мкг/кг). Что эти результаты говорят о причинах гибели исследуемых семей?

СИНДРОМ ГИБЕЛИ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ

Воздействие имидаклоприда

Учёные считают, что существует несколько причин гибели пчелиных семей. Одна из возможных причин – инсектицид под названием имидаклоприд, из-за которого пчёлы могут потерять способность ориентироваться вне улья.

Учёные провели эксперименты, чтобы выяснить, приводит ли воздействие имидаклоприда к гибели семей. В некоторых ульях они в течение трёх недель добавляли в пищу пчёл инсектицид. Разные ульи подвергались воздействию разных концентраций инсектицида, измеряемых в микрограммах инсектицида на килограмм пищи (мкг/кг). Некоторые ульи совсем не подвергались воздействию инсектицида.

Ни одна из семей не погибла сразу же после воздействия инсектицида. Тем не менее, к 14-й неделе некоторые ульи опустели. Результаты экспериментов отражены на следующем графике:

График показывает процент погибших семей (Y-ось, 0% до 100%) в зависимости от числа недель после воздействия инсектицида (X-ось, 10 до 22). Три линии представляют разные концентрации: 0 мкг/кг (синяя), 20 мкг/кг (красная) и 400 мкг/кг (зеленая). Все линии начинаются на 0% в 10-ю неделю. К 12-й неделе все линии остаются на 0%. В 14-ю неделю линия 400 мкг/кг поднимается до 50%, линия 20 мкг/кг до 25%, а линия 0 мкг/кг остается на 0%. В 16-ю неделю линия 400 мкг/кг остается на 50%, линия 20 мкг/кг поднимается до 25%, а линия 0 мкг/кг остается на 0%. В 18-ю неделю линия 400 мкг/кг поднимается до 100%, линия 20 мкг/кг до 25%, а линия 0 мкг/кг остается на 0%. В 20-ю неделю линия 400 мкг/кг остается на 100%, линия 20 мкг/кг поднимается до 75%, а линия 0 мкг/кг поднимается до 25%. В 22-ю неделю линия 400 мкг/кг остается на 100%, линия 20 мкг/кг поднимается до 100%, а линия 0 мкг/кг поднимается до 25%.

Число недель после воздействия инсектицида	0 мкг/кг	20 мкг/кг	400 мкг/кг
10	0%	0%	0%
12	0%	0%	0%
14	0%	25%	50%
16	0%	25%	50%
18	0%	25%	100%
20	25%	75%	100%
22	25%	100%	100%

PISA 2015

Синдром гибели пчелиных семей

Вопрос 5 / 5

Для ответа на вопрос отметьте нужный вариант ответа.

Учёные предлагают две дополнительные причины гибели семей:

- Вирус, поражающий и убивающий пчёл.
- Муха-паразит, которая откладывает яйца в телах пчёл.

Какой из приведенных ниже результатов исследования поддерживает предположение, что пчёлы погибают из-за вируса?

- В ульях были обнаружены яйца другого организма.
- В клетках пчёл были обнаружены инсектициды.
- В клетках пчёл была обнаружена ДНК, не принадлежащая пчёлам.
- В ульях были обнаружены мёртвые пчёлы.

Пример интерактивного задания PISA:

«Бег в жаркую погоду» http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018_sl.html

PISA 2015

Бег в жаркую погоду
Вопрос 3 / 6

► Как выполнить симуляцию


Выполните симуляцию для получения данных на основании приведённой ниже информации. Для ответа на вопрос отметьте нужный вариант ответа, выберите данные в таблице, а затем запишите объяснение.

Когда влажность воздуха составляет 60%, как действует повышение температуры воздуха на объём потоотделения после бега в течение часа?

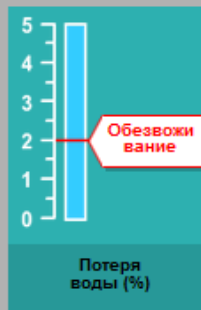
Объём потоотделения увеличивается
 Объём потоотделения уменьшается

★ Выберите в таблице две строки данных для подтверждения вашего ответа.

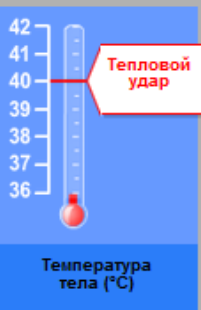
Какова биологическая причина такого действия?



Объём потоотделения (в литрах)



Потеря воды (%)



Температура тела (°C)

Температура воздуха (°C) 20 25 30 35 40
 Влажность воздуха (%) 20 40 60
 Пьёт воду Да Нет

Выполнить

Температура воздуха (°C)	Влажность воздуха (%)	Пьёт воду	Объём потоотделения (в литрах)	Потеря воды (%)	Температура тела (°C)

Приведенное задание предполагает работу учащегося с компьютерной симуляцией. При выполнении задания учащийся может менять температуру воздуха и уровень влажности, а также варьировать условие: пьет или не пьет бегун воду. В каждом испытании данные, соответствующие выбранным значениям этих переменных, выводятся в таблицу: объём потоотделения, потеря воды организмом, температура тела бегуна. Если выбранные условия приводят к обезвоживанию организма или тепловому удару, то эти угрозы для здоровья отмечаются красными флажками в верхней части экрана.

Примеры заданий, разработанных в Институте стратегии развития образования (размещены на портале Российской электронной школы)

Сесть на астероид

Задание 5 / 5

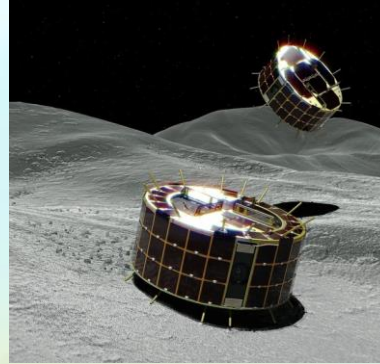
Прочитайте текст, расположенный справа. Для ответа на вопрос отметьте нуж ный вариант ответа.

Почему луноходом можно управлять с Земли в реальном времени, а роботом-вездеходом на астероиде Югю – нет?

Отметьте один верный вариант ответа.

- Прыжковым перемещением дистанционно управлять труднее, чем движением на колесах или гусеницах.
- Сигнал с Земли до астероида идёт гораздо дольше, чем до Луны, и будет сильно запаздывать по отношению к меняющейся ситуации.
- Гравитация на астероиде очень мала, поэтому робот после прыжка слишком долго возвращается на его поверхность.
- Роботы-вездеходы на астероиде гораздо меньше луноходов, и в них не помещается приёмное устройство.

В сентябре 2018 года с борта аппарата «Хаябуса-2» на поверхность астероида Югю были спущены два робота-вездехода для проведения разнообразных исследований. Диаметр каждого робота – 18 см, высота – 7 см, весит робот около 1,1 кг. Роботы передвигаются по поверхности астероида с помощью оригинального «прыжкового механизма». Гравитация на поверхности астероида очень мала, поэтому если бы вездеходы передвигались на колёсах или гусеницах, они бы взмывали вверх, только начав движение. Роботы-попрыгунчики передвигаются в автономном режиме, самостоятельно решая, куда направляться и какие исследования они могут провести. В отличие от вездеходов на Луне (луноходов), ими невозможно управлять командами оператора, находящегося на Земле, в режиме реального времени.



Антибиотики – убийцы бактерий

Задание 2 / 6

Прочитайте текст, расположенный справа. Запишите свой ответ на вопрос.

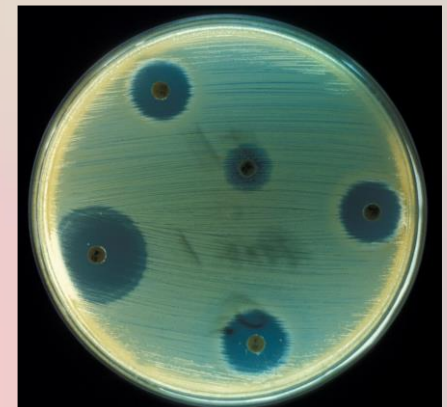
☒

В чём состояла цель этого эксперимента?

Запишите свой ответ.

Благодаря работе А. Флеминга появился первый антибиотик, пенициллин, который спас миллионы жизней. В Советском Союзе параллельно велись работы по изготовлению антибиотика под руководством З. Ермольевой. В 1943 году было налажено промышленное производство жидкого пенициллина. С тех пор появилось множество других антибиотиков. Но чем они отличаются друг от друга?

В одном из экспериментов на поверхность питательной среды с колонией бактерий положили диски (на рисунке – чёрные), пропитанные разными антибиотиками. Через некоторое время вокруг дисков образовалась прозрачная зона (на рисунке – синяя), где почти нет бактерий.



Примеры заданий, разработанных в Институте стратегии развития образования (размещены на портале Российской электронной школы)

Как функционирует мозг

Задание 4 / 5

Воспользуйтесь текстом «Эксперимент Роджера Сперри с участием человека с перерезанным мозолистым телом», расположенным справа. Для ответа на вопрос отметьте в таблице нужные варианты ответа.

Саша знал о том, что разные полушария мозга заняты разными функциями. Он наткнулся на интересный эксперимент, показывающий не только разные функции полушарий, но и важную роль мозолистого тела.

Какие утверждения, приведённые ниже, соответствуют наблюдаемым результатам эксперимента Роджера Сперри?

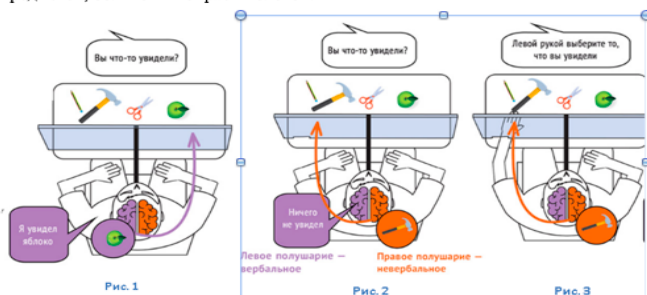
Отметьте ДА для утверждений, которые соответствуют результатам эксперимента, и отметьте НЕТ для утверждений, которые не соответствуют.

	ДА	НЕТ
Из-за рассечения мозолистого тела НЕ передавалась информация из одного полушария мозга в другое	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ПРАВОЕ полушарие НЕ воспринимало информацию из ЛЕВОГО поля зрения испытуемого	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ПРАВОЕ полушарие воспринимало информацию из ЛЕВОГО поля зрения испытуемого, но НЕ могло выразить её в форме речи	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ЛЕВОЕ полушарие НЕ воспринимало информацию из ПРАВОГО поля зрения испытуемого	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ЛЕВОЕ полушарие воспринимало информацию из ПРАВОГО поля зрения испытуемого и могло выразить её в форме речи	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Эксперимент Роджера Сперри с участием человека с перерезанным мозолистым телом

Этапы эксперимента

1. Больной N сидит перед экраном, в центре которого нанесена небольшая чёрная точка. Экспериментатор просит испытуемого не отрываясь смотреть на точку. Затем справа от точки на миг появляется изображение яблока (рис. 1). Смысл этого в том, чтобы изображение попало только в одно, левое, полушарие мозга. На вопрос, что он видел, больной N отвечает: «Яблоко».
2. Испытуемого опять просят пристально смотреть на точку, и на этот раз слева от точки на миг появляется изображение молотка (рис. 2), которое попадает в правое полушарие мозга. На вопрос, что он видел, больной отвечает: «Ничего».
3. Затем исследователь просит его, просунув левую руку в отверстие под экраном, выбрать наощупь среди находящихся там нескольких предметов тот, который был бы похож на только что мелькнувшее изображение (рис. 3). Перебрав несколько предметов, больной выбирает молоток.



Примечание. Мозолистое тело – это сплетение нервных волокон в мозге, соединяющее правое и левое полушария. С помощью рассечения мозолистого тела иногда лечат эпилепсию.

Задание 3 / 5

Воспользуйтесь текстом «Лайнер-гигант, который плавает на энергии ветра», расположенным справа. Запишите свой ответ на вопрос.

Проводя дальнейшую экспертизу проекта, вы могли обратить внимание на то, что в нём не говорится, как будет вырабатываться электричество на этом судне. Ведь оно будет необходимо для освещения на корабле и многих других нужд.

Каким способом можно будет получать электрический ток на лайнере, движущемся на энергии ветра?

Предложите хотя бы один из способов. Ваш способ не должен включать использование двигателя на обычном топливе или мощных аккумуляторных батарей.

Ответ:

Лайнер-гигант, который плавает на энергии ветра

Компании перевозят 90% товаров по всему миру с помощью морского транспорта, но грузовые суда по-прежнему работают на ископаемом топливе, так что этой индустрии есть куда расти. Одна из логистических компаний предложила идею принципиально нового судна — Oceanbird.



Этот грузовой корабль будет перевозить большие объёмы груза только за счёт энергии ветра. При этом размеры судна будут по-настоящему огромными. Мощности такого корабля хватит на перевозку 7000 автомобилей. Основным средством для использования энергии ветра станут 80-метровые выдвижные паруса с компьютерным управлением. Автоматика будет высчитывать, как управлять парусами для наиболее эффективного использования энергии ветра. Вспомогательный двигатель на обычном топливе может применяться в качестве резервного, а также для входа в гавань и выхода оттуда.

Некоторые выводы о характере заданий по естественно-научной грамотности

- В заданиях по ЕНГ описывается проблемная ситуация, новая для школьника (тем самым моделируется ситуация, с которой человек может встретиться в жизни).
- Содержание задания не указывает прямо ни на раздел учебной программы, ни на элементы предметного содержания, знание которых может потребоваться для решения проблемы (учащемуся нужно самому определить, какие знания и умения ему помогут).
- В заданиях по ЕНГ (в отличие от типовых задач, используемых в учебном процессе) не отрабатывается какой-то определенный способ действия – нужный способ действия учащийся должен найти или выбрать сам.
- Задания по ЕНГ никогда не бывают просто заданиями на репродукцию (воспроизведение) знаний. В них надо или объяснять, или делать выводы в результате анализа данных, или проявлять исследовательские умения.

Задание 2

Какие условия из перечисленных ниже можно назвать обязательными для выбора ситуации, положенной в основу задания по естественно-научной грамотности?

Выберите все верные варианты ответа.

- A. Стандартное использование этой ситуации в методике преподавания учебного предмета.
- B. Соответствие этой ситуации возрастным интересам учащихся.
- C. Жизненный, реальный характер этой ситуации.
- D. Возможность связать с этой ситуацией задания (вопросы), оценивающие компетенции естественно-научной грамотности.
- E. Соответствие этой ситуации какому-то одному конкретному разделу программы учебного предмета.

3. Измерительные процедуры для оценки естественно-научной грамотности.



PISA

Этапы измерительных процедур для оценки естественно-научной грамотности

- Разработка или отбор измерительных материалов (заданий) по естественно-научной грамотности.
- Составление равноценных (по сложности, баллам, набору компетенций) вариантов, включающих несколько комплексных заданий.
- Тренинг экспертов, проверяющих выполнение заданий со свободным развернутым ответом.
- Проведение тестирования.
- Проверка и оценивание выполнения заданий.
- По результатам оценки – распределение учащихся (в процентах) по уровням естественно-научной грамотности.

Разработка заданий по естественно-научной грамотности: общие соображения

- Создание заданий по естественно-научной грамотности – творческий процесс.
- Для поиска проблемной ситуации, вокруг которой строится задание, нужно внимательно оглядеться вокруг. Эта ситуация может оказаться совсем рядом.
- Обнаруженная ситуация требует тщательной «раскрутки» через вопросы-задания.



Что-то вроде алгоритма разработки задания

Класс	Предмет (ы)	Раздел (тема) программы	Ситуация	Компетенции (умения)	Форма задания
7	Физика	Силы и взаимодействия	Катание на самокате	Научное объяснение	С выбором ответа
				Интерпретация данных	Развернутый ответ
				Применение методов исследования	С выбором ответа
5-6	Биология	Экосистемы	Домашний аквариум		
8	Химия	Водород	Автомобиль на водородном топливе		

Пример разбивки заданий по вариантам

6 класс

Вариант 1

- Вода на стеклах (7 баллов)
- Прорастет ли семечко (4 б)

Вариант 2

- Что такое снег (5 б)
- Понаблюдаем за тиграми (6 б)

7 класс

Вариант 1

- Как заставить воду течь вверх (7 б)
- Зеленые водоросли (7 б)

Вариант 2

- Волшебный кувшин (6 б)
- Трава Геракла (7 б)

Как выглядит вариант 1 для 7 класса?

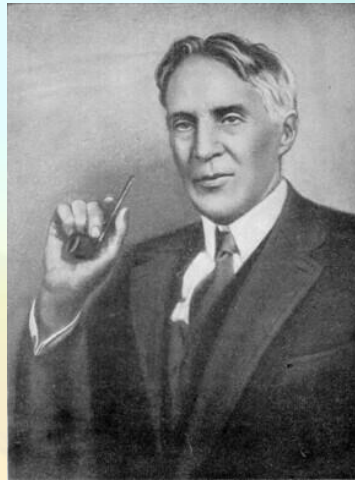
Как заставить воду течь вверх?

Введение

Прочитайте введение. Затем наж мите на стрелку ДАЛЕЕ.

КАК ЗАСТАВИТЬ ВОДУ ТЕЧЬ ВВЕРХ

Саша прочитал в одной книге, что знаменитый американский физик и изобретатель Роберт Вуд ещё мальчишкой проводил увлекательные опыты. Сашу очень заинтересовал один из его экспериментов. На дороге в городке, где жил юный Роберт, стояла лужа, которая никак не просыхала. Хорошо было бы удалить воду из этой лужи в проходящую рядом канаву, но между лужей и канавой находился забор. Юный экспериментатор придумал, как перелить воду из лужи в канаву с помощью шланга. И после того как Роберт с товарищем произвели некоторые действия, по шлангу, опущенному одним концом в лужу и перекинутому через забор, потекла вода, выливаясь в канаву. Она текла до тех пор, пока в луже воды не осталось. Но в книге не было ясно описано, как же юный Роберт заставил воду из лужи течь по шлангу вверх. И Саша решил сам додуматься до того, как же это сделать. Но перед этим он проанализировал разные ситуации, когда вода течёт сверху вниз и снизу вверх.



Роберт Вуд

Зелёные водоросли

Введение

Прочитайте введение. Затем приступайте к выполнению заданий, наж ав на кнопку с номером задания.

ЗЕЛЁНЫЕ ВОДОРОСЛИ

Тоня часто гуляет в парке. Она заметила, что в начале лета, когда пригревает солнце и становится тепло, вода в пруду зеленеет. Она выяснила, что цвет пруда меняется из-за зелёных водорослей – самого обширного на данное время отдела водорослей. Все они отличаются, в первую очередь, чисто-зелёным цветом, сходным с окраской высших растений. Среда обитания зелёных водорослей – преимущественно водная или влажные наземные районы.



Как заставить воду течь вверх?

Задание 1 / 5

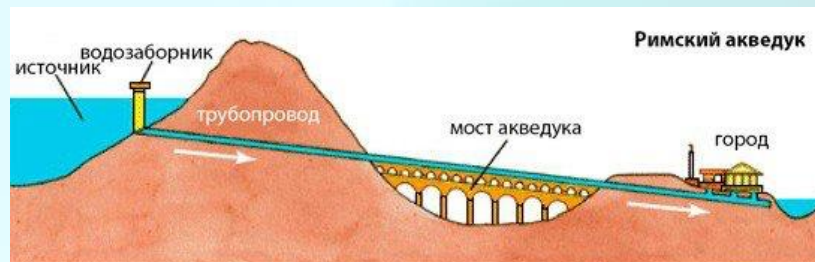
Прочитайте текст, расположенный справа. Для ответа на вопрос отметьте нужный вариант ответа.

В чём состоит главная причина того, что вода движется по акведуку?

Отметьте один верный вариант ответа.

- Земное притяжение
- Притяжение Луны
- Разница в температурах между верхней и нижней точками акведука
- Разница в атмосферном давлении между верхней и нижней точками акведука

Конечно, гораздо более понятны ситуации, когда вода течёт от более высокой точки к более низкой. Так текут реки, вода из крана, так двигалась вода по акведукам к городам Древнего Рима.



ЗАДАНИЕ 1. КАК ЗАСТАВИТЬ ВОДУ ТЕЧЬ ВВЕРХ? (1 ИЗ 5). МФГ_ЕС_7_015_01_A8

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАДАНИЯ:

- **Содержательная область оценки:** физические системы
- **Компетентностная область оценки:** научное объяснение явлений
- **Контекст:** местный
- **Уровень сложности:** низкий
- **Формат ответа:** задание с выбором одного верного ответа
- **Объект оценки:** применять соответствующие естественно-научные знания для объяснения явления
- **Максимальный балл:** 1
- **Способ проверки:** программой

Система оценивания:

Балл	Содержание критерия
1	Выбран ответ 1 (Земное притяжение).
0	Выбран другой вариант ответа или ответ отсутствует.

Зелёные водоросли

Задание 2 / 5

Прочитайте текст, расположенный справа.
Запишите свой ответ на вопрос.

Почему в водоёмах с мутной, непрозрачной водой нет зелёных водорослей?

Запишите свой ответ.

Тоню удивило, что в то же время, когда в парке пруд зеленеет, с другим прудом, который находится около шоссе, не происходит того же самого. Она взяла воду из этого пруда и увидела, что эта вода мутная, непрозрачная и не имеет зелёного оттенка.



ЗАДАНИЕ 2. ЗЕЛЁНЫЕ ВОДОРОСЛИ (2 ИЗ 5). МФГ_ЕС_7_020_02_A8

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАДАНИЯ:

- **Содержательная область оценки:** живые системы
- **Компетентностная область оценки:** научное объяснение явлений
- **Контекст:** местный
- **Уровень сложности:** средний
- **Формат ответа:** задание с развернутым ответом
- **Объект оценки:** применять соответствующие естественно-научные знания для объяснения явления
- **Максимальный балл:** 2
- **Способ проверки:** экспертом

Система оценивания:

Балл	Содержание критерия
2	Дан ответ, в котором говорится, что в мутной воде из-за недостатка света не может происходить фотосинтез, и зелёные водоросли погибают.
1	Говорится просто, что в мутной воде мало света.
0	Другой ответ (в том числе, из-за того что вода грязная) или ответ отсутствует.

Материалы для тренинга экспертов

Пушка для снега

Введение

Прочитайте введение. Затем наж мите на стрелку ДАЛЕЕ.

ПУШКА ДЛЯ СНЕГА

Возможно, вы катаетесь на горных лыжах или сноуборде. И наверняка для вас важно, как обстоят дела со снегом в горах, где вы собираетесь кататься. Но даже если снега по прогнозу мало, вы знаете, что на лыжных курортах восполнить недостаток снега могут снежные пушки, которые способны производить искусственный снег.



Как же работает снежная пушка, как она «делает» снег?

Пушка для снега

Задание 1 / 5

Прочитайте текст, расположенный справа.
Запишите свой ответ на вопрос.

Почему, какой бы уникальной ни была форма каждой снежинки, почти всегда снежинки имеют шесть основных лучей?

Запишите свой ответ.

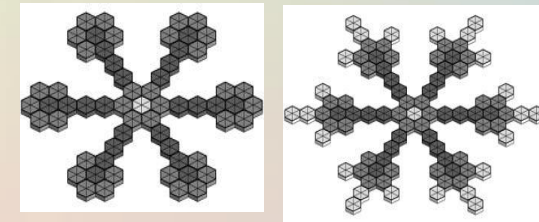
Прежде чем разобраться, как работает снежная пушка, постараемся понять, как образуется естественный снег, точнее, снежинки.

Высоко в атмосфере крошечные капли водяного пара замерзают и превращаются в ледяные кристаллики, имеющие форму шестигранников.

Этот самый первый кристаллик льда и есть будущая снежинка. Перемещаясь через атмосферу к земле, этот кристаллик растёт за счёт прилипания к нему новых кристалликов.



Кристаллики присоединяются друг к другу случайным образом, но всегда грань к грани. Как именно будут выглядеть различные ответвления образующейся снежинки, зависит от температуры, влажности, давления и других факторов.



В результате огромное скопление «веток», которые прирастают в случайном порядке, делает каждую снежинку уникальной.



ЗАДАНИЕ 1. ПУШКА ДЛЯ СНЕГА. (1 ИЗ 5). МФГ_ЕС_9_020_01_A10**ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАДАНИЯ:**

- **Содержательная область оценки:** физические системы
- **Компетентностная область оценки:** интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов
- **Контекст:** глобальный
- **Уровень сложности:** средний
- **Формат ответа:** задание с развернутым ответом
- **Объект оценки:** анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы
- **Максимальный балл:** 1

Система оценивания:

Балл	Содержание критерия
1	Говорится, что снежинка имеет шесть основных лучей, потому что они формируются в результате прилипания новых кристалликов льда к шести граням первоначального кристаллика.
0	Другой ответ (в том числе ответ «шесть лучей, потому что шесть граней» (нет объяснения)) или ответ отсутствует.

1. Потому что сама фигура снежинки (какая бы уникальная она не была) состоит только из шестигранников, поэтому снежинки и имеют именно 6 лучей – 0
2. В снежинки входят кристаллы, у которых одинаковая симметрия, а значит взаимное расположение молекул в кристаллической решетке, в свою очередь кристаллическая решетка состоит из шести лучей – 0
3. Потому что ее кристаллическая решетка состоит из шестиугольников – 0
4. От формы шестигранника. Ветка липнет только к одной грани и не может пересекаться с гранями других кристаллов. Форма шестигранника естественна, много где встречается. Есть сведения о том, что это самая прочная структура – 1
5. изначально кристаллик имеет форму шестигранника, потом к другим, прилипнувшим кристалликам, присоединяются другие, а присоединяются они к грань грани всего у одно кристаллика 6 граней, поэтому и будет шесть основных лучей – 1

- Суть в том, что при замерзании вода расширяется, поэтому и получаются снежинки, в которых мы видим максимальное расстояние молекул воды между собой. 6 лучей снежинки это единственное, что их объединяет. Одинаковых снежинок не бывает. (1(???)?)
- Высоко в атмосфере крошечные капли водяного пара замерзают и превращаются в ледяные кристаллики, имеющие форму шестигранников (1(???)?)
- Снежинка имеет шесть основных лучей, потому что они формируются в результате прилипания новых кристалликов льда к шести граням первоначального кристаллика. (1(???)?) (Списано)
- снежинки образуются прилипанием новых кристаллов льда к шести граням исходного кристаллика (1(Списано)?)

Вакцины: с чего всё начиналось?

Задание 1 / 5

Прочитайте текст, расположенный справа. Отметьте нужный вариант ответа, а затем объясните свой ответ.

Можно ли считать такую процедуру, которая называется *вариоляцией*, безопасной?

- Да
- Нет

Объясните свой ответ.

На фотографии показаны руки человека, больного оспой. Раньше примерно 30 % людей, заболевших оспой, умирали.



Натуральная оспа (чёрная оспа) – высокозаразная вирусная инфекция, характеризующаяся тяжёлым течением, высокой температурой, интоксикацией (отравлением), специфическим высыпанием на коже и слизистых оболочках.

Ещё тысячу лет назад в Китае, Индии, Персии описаны случаи, когда у оспенных больных покупали их гноящиеся выделения и корочки на подживающих язвочках. Их содержимое вносили в нос или царапину на коже здоровым людям.

ЗАДАНИЕ 6. ВАКЦИНЫ: С ЧЕГО ВСЁ НАЧИНАЛОСЬ? (1 ИЗ 5).**МФГ_ЕС_9_019_01_A10****ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАДАНИЯ:**

- **Содержательная область оценки:** живые системы
- **Компетентностная область оценки:** научное объяснение явления
- **Контекст:** глобальный
- **Уровень сложности:** средний
- **Формат ответа:** комплексное задание с выбором ответа и объяснением
- **Объект оценки:** делать и научно обосновывать прогнозы о протекании процесса или явления
- **Максимальный балл:** 2

Система оценивания:

Балл	Содержание критерия
2	Дан ответ «Нет» и говорится, что такая процедура (вариоляция) небезопасна, поскольку в выделениях из пузырьков могут содержаться вирусные частицы.
1	Дан ответ «Нет» и говорится, что в выделениях может содержаться зараженное вещество (или зараженные клетки, или инфекция). (Нет уточнения, что это вирусы).
0	Другой ответ или ответ отсутствует.

1. Нет гарантии, что во взятом содержимом не будет содержаться живой вирус оспы – 2
2. Я считаю ,что нельзя так как в тексте говарится, что от этого появляется высокая температура ,спецефические высыпания и т. д. – 0
3. Возможно было пронести в организм зараженные клетки, что привело бы к не очень хорошему исходу – 1
4. в виду того что это смертельно опасно, это нельзя назвать безопасным – 0
5. Потому что есть шанс заразиться - 0
6. **Есть большой риск заражения из-за антисанитарии и высокозаразности инфекции**
7. **Да можно так, как это уже обработанный метод и все знают что нужно делать.**

Но хотя эта неаппетитная процедура (вариоляция) в принципе работала и была довольно хорошо известна в Азии и Индии, широкого распространения она не получила, поскольку имела один существенный побочный эффект: таким путем вполне можно было в самом деле заразиться оспой и умереть. (2-2[??])

Такая процедура (вариоляция) небезопасна, поскольку в выделениях из пузырьков будет содержаться много живых вирусных частиц. (2-2[Списано])

Велик шанс заразиться (2-2[?])

Организация измерительных процедур.

На примере мониторинга естественно-научной грамотности учащихся 8 и 9 классов Московской области

- В тестировании приняли участие 33283 учащихся 8 классов и 30613 учащихся 9 классов.
- Задания для мониторинга разрабатывались в Институте стратегии развития образования Российской академии образования в рамках государственного задания Министерства просвещения РФ. Часть заданий размещена в открытом доступе на сайте <http://skiv.instrao.ru>
- В тестировании учащихся 8 классов использовались 15 комплексных заданий, включающих в совокупности 74 отдельных задания. Задания были распределены по 7 вариантам теста. Учащийся 8 класса выполнял задания по естественно-научной грамотности в течение 20 минут.
- В тестировании учащихся 9 классов использовались 8 комплексных заданий, включающих в совокупности 43 отдельных задания. Задания были распределены по 8 вариантам теста. Учащийся 9 класса выполнял задания по естественно-научной грамотности в течение 30 минут.

Распределение учащихся Московской области по уровням естественно-научной грамотности

8 класс

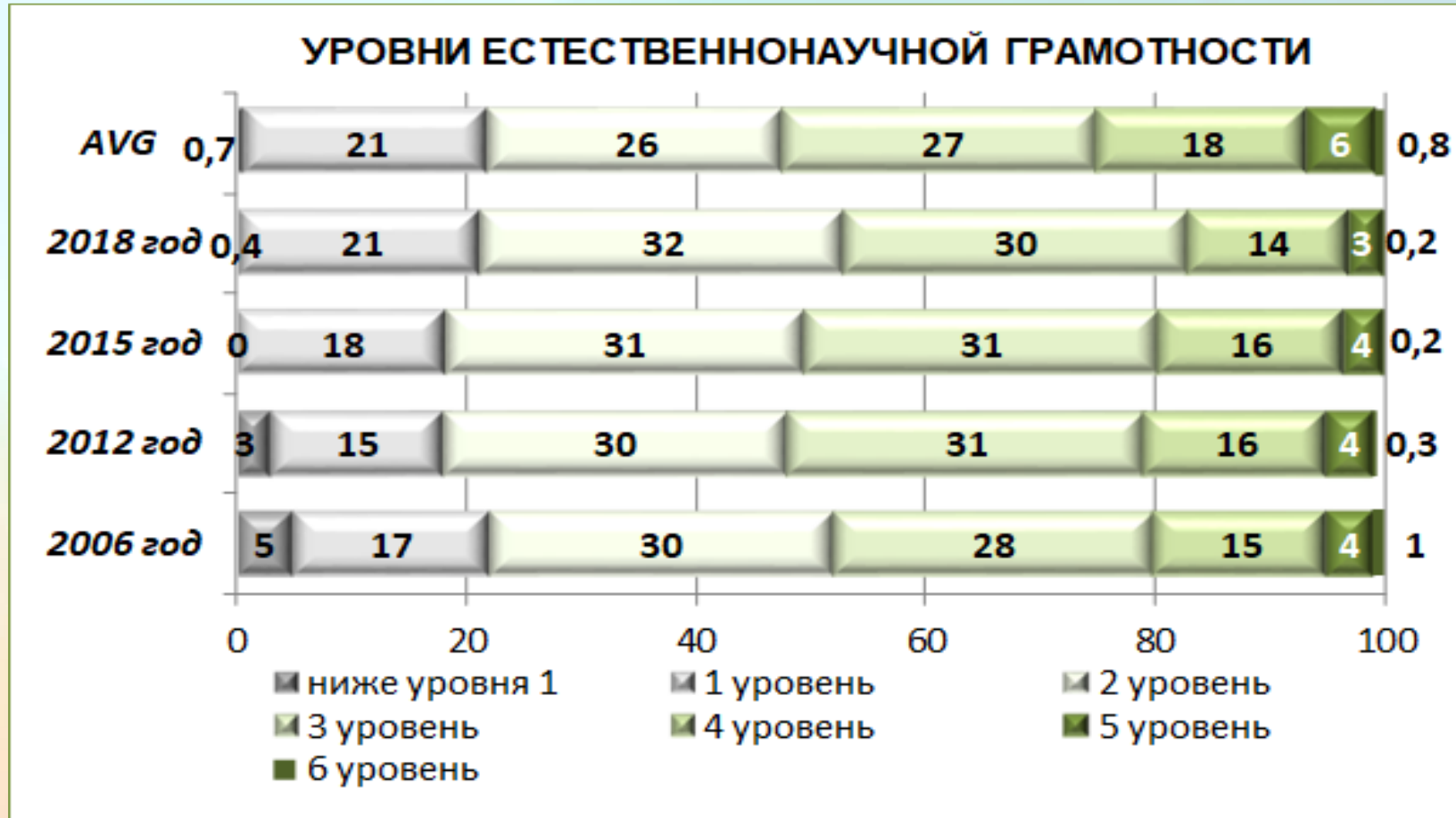
Уровень	Доля учащихся
Недостаточный	16%
Низкий	36%
Средний	32%
Повышенный	13%
Высокий	3%

9 класс

Уровень	Доля учащихся
Недостаточный	16%
Низкий	39%
Средний	28%
Повышенный	13%
Высокий	4%

Для сравнения:

Распределение 15-летних российских учащихся по уровням естественнонаучной грамотности в исследовании PISA



Основные проблемы, выявленные в мониторинге естественно-научной грамотности

- Учащиеся испытывают затруднения с переносом даже элементарных знаний в новые ситуации.
- В тех случаях, когда учащимся предлагается дать ответ на вопрос, опираясь на представленные в задании (чаще графические) данные, они часто даже не понимают подобного указания.
- Учащиеся испытывают затруднения, когда им предлагается кратко описать способ исследования данного вопроса или предложить экспериментальный способ проверки гипотезы.
- Многие ответы учащихся, когда в задании предлагается дать объяснение или обоснование, создают впечатление, что они просто не готовы и не умеют прилагать серьезные умственные усилия для более или менее серьезного анализа явления. Они предпочитают давать ответ быстро, спонтанно, но чаще всего неправильно.

Описание уровней естественно-научной грамотности в исследовании PISA

Что могут продемонстрировать учащиеся, достигшие данного уровня естественнонаучной грамотности

Уровень 2

410 (78,0%)

Учащиеся, достигшие 2 уровня, могут опираться на знания повседневного содержания и базовые процедурные знания для распознавания научного объяснения, интерпретации данных, а также **распознать задачу, решаемую в простом экспериментальном исследовании**. Они могут использовать базовые или повседневные естественнонаучные знания, чтобы распознать адекватный вывод из простого набора данных. Учащиеся, достигшие 2 уровня, демонстрируют базовые познавательные умения, **распознавая вопросы, которые могут изучаться естественнонаучными методами**.

Уровень 1a

335 (94,1%)

Учащиеся, достигшие 1a уровня, могут использовать повседневные содержательные и процедурные знания, чтобы **распознавать объяснение простого** научного явления. Имея поддержку, они могут **выполнять по заданной процедуре научные исследования не более чем с двумя переменными**. Они способны видеть **простые причинно-следственные или корреляционные связи** и интерпретировать графические и другие визуальные данные, когда для этого требуются познавательные умения низкого уровня. Учащиеся, достигшие уровня 1a, могут **выбрать лучшее научное объяснение для представленных данных в хорошо знакомых ситуациях**, относящихся к личному, местному и глобальному контекстам.

Уровень 1b

261 (99,3% - доля обучающихся, способных выполнить задания на этом уровне и выше, в среднем по ОЭСР, %)

Учащиеся, достигшие 1b уровня, могут использовать **повседневные** научные знания для **распознавания признаков** знакомых и **простых** явлений. Они способны увидеть **простые закономерности** в данных, узнавать **основные** естественнонаучные понятия и **следовать четким инструкциям** для выполнения научных процедур.

Описание уровней естественно-научной грамотности в исследовании PISA

Что могут продемонстрировать учащиеся, достигшие данного уровня естественнонаучной грамотности

Уровень 4

559 (24,9%)

Учащиеся, достигшие 4 уровня, могут использовать более сложные или более абстрактные знания, которые им либо предоставлены, либо они их вспомнили, для объяснения достаточно сложных или не совсем знакомых ситуаций и процессов. Они могут проводить эксперименты, включающие две или более независимые переменные, для ограниченного круга задач. Они способны обосновать план эксперимента, опираясь на элементы знаний о процедурах и методах познания. Учащиеся, достигшие 4 уровня, могут интерпретировать данные, относящиеся к не слишком сложному набору данных, или в не вполне знакомых контекстах, получать адекватные выводы, вытекающие из анализа данных, давая обоснование своим выводам.

Уровень 3

484 (52,3%)

Учащиеся, достигшие 3 уровня, могут опираться на не очень сложные знания для распознавания или построения объяснений знакомых явлений. В менее знакомых или более сложных ситуациях они могут строить объяснения, используя подсказки. Опираясь на элементы содержательных или процедурных знаний, они способны выполнить простой эксперимент для ограниченного круга задач. Учащиеся, достигшие 3 уровня, способны провести различие между научным и ненаучным вопросами и привести доказательства для научного утверждения.

Описание уровней естественно-научной грамотности в исследовании PISA

Что могут продемонстрировать учащиеся, достигшие данного уровня естественнонаучной грамотности

Уровень 6

708 (0,8%)

Учащиеся, достигшие 6 уровня, могут опираться на **целый ряд взаимосвязанных естественнонаучных идей и понятий** из области физики, биологии, географии и астрономии и использовать знания содержания, процедур и методов познания для **формулирования гипотез относительно новых научных явлений, событий и процессов или для формулирования прогнозов**. При интерпретации данных и использовании научных доказательств они способны отличать относящуюся к теме информацию от не относящейся и способны опираться на знания, полученные ими вне обычной школьной программы. Они могут различать аргументы, которые основаны на научных данных и теориях, и аргументы, основанные на других соображениях. Учащиеся, достигшие 6 уровня, могут дать оценку альтернативным способам проведения сложных экспериментов, исследований и компьютерного моделирования и обосновать свой выбор.

Уровень 5

633 (6,8%)

Учащиеся, достигшие 5 уровня, могут использовать **абстрактные естественнонаучные идеи или понятия, чтобы объяснить не знакомые им и более сложные, комплексные, явления, события и процессы, включающие в себя несколько причинно-следственных связей**. Они могут применять более сложные знания, связанные с научным познанием, для того, чтобы дать оценку различным способам проведения экспериментов и обосновать свой выбор, а также способны использовать теоретические знания для интерпретации информации или формулирования прогнозов. Учащиеся, достигшие 5 уровня, могут оценить различные способы исследования предложенного им вопроса с научной точки зрения и видеть ограничения при интерпретации данных, включая источники погрешностей и неопределенностей в научных данных.

Потренируемся в определении уровня естественно-научной грамотности, которому соответствует данное задание.

Почему это 3 уровень?

PISA 2015




Исследование склонов долины
Вопрос 1 / 4


Прочитайте текст "Сбор данных", расположенный справа. Запишите свой ответ на вопрос.

Почему, исследуя различия растительности на разных склонах, учащиеся разместили по два прибора каждого типа на каждом склоне?

ИССЛЕДОВАНИЕ СКЛОНОВ ДОЛИНЫ
Сбор данных

Учащиеся размещают по два экземпляра каждого из трёх следующих приборов на каждом склоне, как показано ниже.

-  **Датчик солнечного излучения:** измеряет количество солнечной энергии в мегаджоулях на квадратный метр (МДж/м²)
-  **Датчик влажности почвы:** измеряет количество воды в процентах от объема почвы
-  **Дождемер:** измеряет количество осадков в миллиметрах (мм)



Комментарий эксперта. Приведенное задание относится к среднему уровню сложности. Учащимся предлагается объяснить выбранную процедуру научного исследования, описанного в этом блоке заданий. Для этого им надо продемонстрировать понимание того, чем обосновано проведение двух независимых измерений изучаемого явления. Знание этого обоснования и оценивается с помощью данного вопроса, относящегося к компетенции «применение методов естественнонаучного исследования». Здесь принимались ответы, в которых назывались преимущества использования более чем одного измерительного инструмента на каждом склоне, например, учет разницы в условиях на одном и том же склоне, повышение точности измерений для каждого склона. Здравый смысл помог более чем 50% российских учащихся дать приемлемые ответы на этот несложный вопрос. Вместе с тем значительный процент учащихся, не давших подходящего объяснения, свидетельствует о том, что при изучении естественнонаучных предметов не уделяется достаточно внимания вопросам методологии научного исследования, методам повышения достоверности и точности получаемых данных. Затруднения многих наших учащихся связаны также с необходимостью дать развернутый и обоснованный письменный ответ.

Содержание: Земля и космические системы
Компетенция: Применение методов естественнонаучного исследования
Контекст: Местный/национальный
Область применения: Природные ресурсы
Уровень сложности: 3 уровень
Результат России: 54%
Средний международный результат: 48%

Какому уровню естественно-научной грамотности соответствует это задание?

PISA 2015

Ископаемые виды топлива
Вопрос 3 / 4

Прочитайте текст «Улавливание и хранение углерода», расположенный справа. Запишите свой ответ на вопрос.

Используйте данные графика, чтобы объяснить, как глубина влияет на эффективность долговременного хранения CO_2 в океане.






ИСКОПАЕМЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА
Улавливание и хранение углерода

Улавливание и хранение углерода предполагает улавливание части CO_2 , выделяемого электростанциями, и его хранение в таком месте, откуда он не может быть снова выделен в атмосферу. Одно из возможных мест хранения CO_2 – это океан, так как CO_2 растворяется в воде.

Ученые разработали математическую модель для расчёта доли CO_2 , которая будет оставаться на хранении в океане после того, как CO_2 закачают в океан на три разные глубины (800 метров, 1500 метров и 3000 метров). Модель предполагает, что CO_2 был закачан в океан в 2000 году. Приведённый ниже график показывает результаты данной модели.

Год	глубина 800 м (%)	глубина 1500 м (%)	глубина 3000 м (%)
2000	100	100	100
2050	85	98	100
2100	70	95	100
2150	55	85	98
2200	40	75	95
2250	30	65	90
2300	25	55	85
2350	20	45	80
2400	18	38	75
2450	15	32	70
2500	12	28	65

Какому уровню естественно-научной грамотности соответствует это задание?

PISA 2015     

Синдром гибели пчелиных семей
Вопрос 5 / 5

Для ответа на вопрос отметьте нужный вариант ответа.

Учёные предлагают две дополнительные причины гибели семей:

- Вирус, поражающий и убивающий пчёл.
- Муха-паразит, которая откладывает яйца в телах пчёл.

Какой из приведенных ниже результатов исследования поддерживает предположение, что пчёлы погибают из-за вируса?

- В ульях были обнаружены яйца другого организма.
- В клетках пчёл были обнаружены инсектициды.
- В клетках пчёл была обнаружена ДНК, не принадлежащая пчёлам.
- В ульях были обнаружены мёртвые пчёлы.

4. Проблемы формирования естественно-научной грамотности

Какие основные проблемы в подготовке российских учащихся выявляет международное исследование PISA?

- Дефицит не просто знаний, а знаний типа “know how” – «знаю *как*»:
- формулировать вопросы;
- обосновывать, доказывать;
- использовать простейшие приемы исследования;
- строить развернутые высказывания;
- устанавливать надежность информации;
- сотрудничать.

Все это сегодня входит в число требований к образовательным результатам в обновленном ФГОС ООО

Для оценки естественно-научной грамотности используются специального вида задания в формате PISA, основанные на реальных ситуациях

Но естественно-научная грамотность – это не только задания.
Это другой стиль мышления.

Поэтому формирование естественно-научной грамотности – это формирование у учеников такого стиля мышления.

Какого?

Некоторые черты естественно-научного стиля мышления

- Быть готовым применять знания для решения любых новых задач.
- Стремиться задавать вопросы.
- Быть готовым обосновывать свою точку зрения.
- Быть готовым обсуждать мнения и результаты работы.





Какой должна быть методика, формирующая естественно-научную грамотность?

Преподавать так, чтобы:

- систематически давать ученикам возможность применить знания в новых, реальных ситуациях – часто «брать» такие ситуации из окружающей жизни;
- стимулировать учеников ставить вопросы и предлагать свой план исследования;
- обязательно организовывать обсуждение выполненных заданий и возникающих проблем.

От заданий типа PISA – к методике преподавания
естественно-научных предметов

Как новый тип заданий подталкивает к обновлению
методики?

Объясняем, применяя биологические знания в новой ситуации

3% выполнения

Экстремальные профессии

Задание 1 / 5

Прочитайте текст, расположенный справа. Для ответа на вопрос отметьте нужные варианты ответа.

Какие изменения в организме наблюдаются у ловцов жемчуга, полученные в результате тренировок?

Отметьте все верные ответы.

- Активизация клеточного обмена веществ
- Повышение жизненной ёмкости лёгких
- Более частое сокращение межрёберных мышц
- Увеличение в крови количества эритроцитов
- Способность к замедлению обмена веществ
- Поступление в лёгкие на вдохе больше воздуха, чем на выдохе

Настоящие ловцы жемчуга с детства тренировались и овладевали мастерством, у них были свои профессиональные секреты. Опытные ныряльщики могут находиться под водой 2 минуты, а рекордсмены до 6-7 минут и опускаться на глубину 15-30 метров. Организм ловца жемчуга адаптирован к условиям постоянных погружений на большую глубину.



В этом задании из комплексного задания «Экстремальные профессии» объединяются разные системы организма человека. Знания о том, как они работают, нужно продемонстрировать в новой ситуации и при новой постановке вопроса. Обсудить, что будет происходить с организмом ныряльщика, можно в классе и до выполнения задания, а уже потом выполнить само задание. Но можно и сначала выполнить задание, а затем обсудить каждый из вариантов ответа: почему одни из них верные, а другие – нет.

Определяем цель эксперимента, проверяем гипотезу

16% выполнения

Движение воздуха

Задание 4 / 4

Воспользуйтесь текстом, расположенным справа. Запишите свой ответ на вопрос.

Какую гипотезу проверяли Саша и папа с помощью этого эксперимента?

Запишите свой ответ.



Изучая движение воздушных потоков, Саша с папой решили провести эксперимент. Они взяли зажжённую свечу и стали располагать её в приоткрытой двери, ведущей из тёплого помещения на улицу, где было намного холоднее. Они последовательно помещали зажжённую свечу в положения 1, 2 и 3.



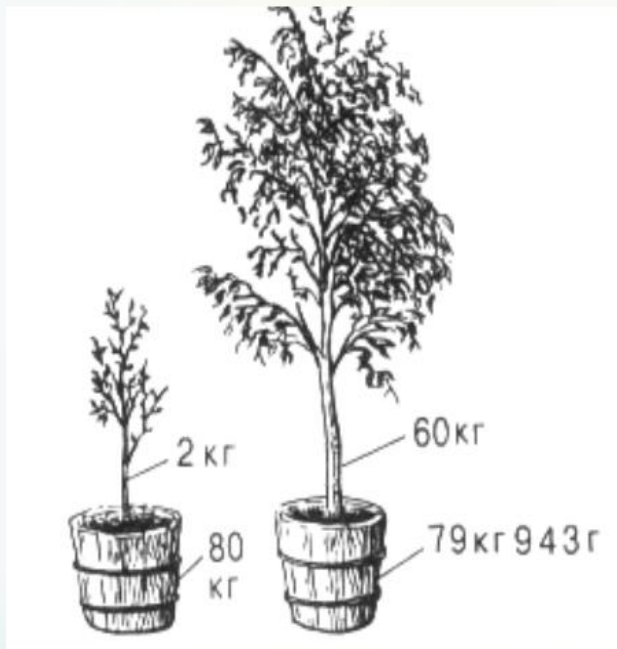
Это последнее задание в комплексном задании «Движение воздуха», содержащем всего 4 задания. Этот комплексное задание предназначено для учащихся 6 классов, но даже в 8 классе процент его выполнения низкий – 16%. Учащимся нужно понять, какая гипотеза проверяется в описанном эксперименте. Не очень успешное выполнение этого задания связано с тем, что перед учениками при проведении лабораторных работ редко ставится вопрос: проверьте гипотезу или определите цель эксперимента. Кстати, эксперимент, описанный в задании, тоже можно провести в классе в виде короткой лабораторной работы.

Из задания «Чем питаются растения?», 5-7 классы

Формируемое и/или оцениваемое умение:

анализировать данные и использовать научные доказательства для получения выводов.

Опыт голландского учёного ван Гельмонта



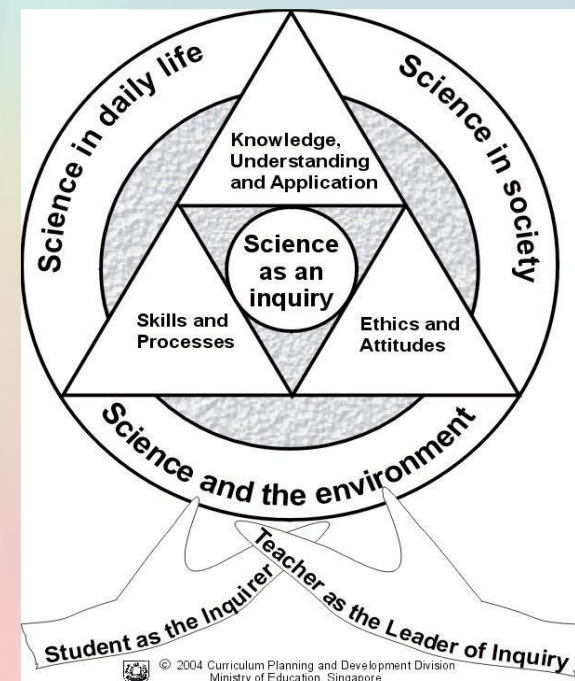
После описания опыта в книге был поставлен вопрос: «Как вы считаете, какой вывод мог сделать учёный из проведённого опыта? За счёт чего саженец превратился в дерево?»

Как бы вы на месте Ксении ответили на вопрос:

Вопрос: За счёт чего за 5 лет могла настолько вырасти масса растения?

Перспективные методики для формирования естественно-научной грамотности

- Преподавание естественно-научных предметов на основе научного метода познания (академик В.Г. Разумовский)
- Изучение естественных наук на основе подхода «наука как способ познания» (Сингапур)



В чем смысл изучения естественных наук на основе подхода «наука как способ познания»?

- Главная цель преподавания – «заразить» учащихся духом научного познания мира (scientific inquiry).
- Научное познание определяется как деятельность по изучению природы, в которой участвуют ученые или учащиеся.
- Научное познание имеет две главных составляющих: **что** (содержание) включают в себя научные представления о мире и **как** (процедуры) добываются эти представления.
- Следовательно, преподавание естественных наук не ограничивается просто представлением фактов и результатов научных исследований. Учащимся необходимо показать, **как** результаты научных исследований были получены учеными.
- Научное познание включает **три** равнозначных аспекта, которые практически невозможно отделить друг от друга: а) знание, понимание, применение; б) умения и процедуры; в) этические и личностные качества.

Три составляющих изучения естественных наук как способа научного познания мира

Знание, понимание и применение	Умения и процедуры	Этические и личностные качества
<p>Научные явления, факты, концепции и принципы</p> <p>Научные понятия, термины и условные обозначения</p> <p>Научные инструменты и приборы, включая технику безопасности</p> <p>Применения науки и технологий</p>	<p><u>Умения:</u></p> <p>Ставить вопросы</p> <p>Выдвигать гипотезы</p> <p>Определять задачу</p> <p>Рассматривать разные возможности</p> <p>Прогнозировать</p> <p>Наблюдать</p> <p>Использовать приборы и оборудование</p> <p>Сравнивать</p> <p>Классифицировать</p> <p>Формулировать выводы</p> <p>Анализировать</p> <p>Оценивать</p> <p>Проверять</p> <p>Обмениваться информацией</p> <p><u>Процедуры:</u></p> <p>Творческое решение проблем (задач)</p> <p>Планирование исследований</p> <p>Принятие решений</p>	<p>Любознательность</p> <p>Креативность</p> <p>Объективность</p> <p>Честность</p> <p>Восприимчивость</p> <p>Настойчивость</p> <p>Ответственность</p>

Отличия урока по естественнонаучному предмету в соответствии с подходом «наука как способ познания» от традиционного урока

Традиционный урок	Урок в соответствии с подходом «наука как способ познания»
Учащиеся часто работают в одиночку	Учащиеся часто работают в группе
Акцентирование на фактах	Акцентирование на ключевых идеях
Точное следование фиксированной программе	Разрешается идти за вопросами учащихся
Учебная деятельность основывается главным образом на материале учебников и рабочих тетрадей	Учебная деятельность основывается на первоисточниках
Учащиеся рассматриваются как «чистая доска»	Учащиеся рассматриваются как думающие личности со своими собственными представлениями о мире
Учителя стремятся передать информацию учащимся	Учителя стараются создать интерактивную образовательную среду
Учителя стараются добиться от учащегося правильного ответа	Учителя стараются понять, что знает и имеет в виду учащийся
Процесс оценивания отделен от преподавания	Оценивание переплетено с преподаванием

Задание 3

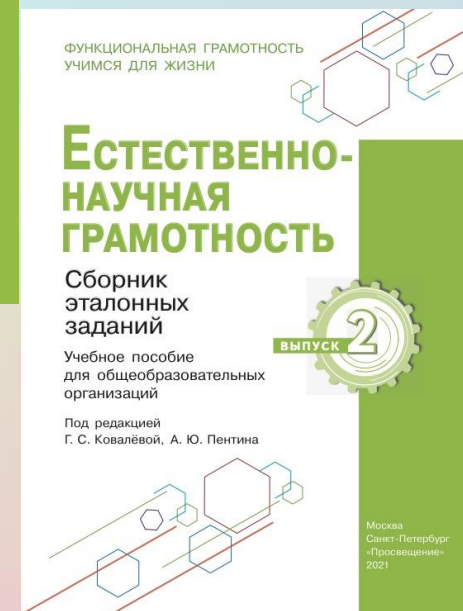
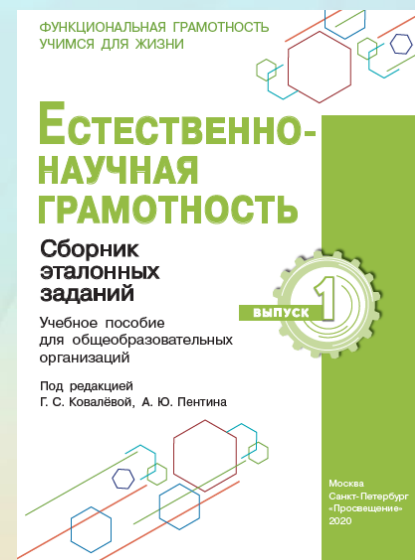
Какие планируемые результаты, подлежащие оценке, может иметь применение методик, направленных на формирование естественно-научной грамотности?

Отметьте все верные варианты ответа.

- A. Развитие личностных качеств учащихся.
- B. Умение применять или оценивать простые исследовательские процедуры.
- C. Креативные способности учащихся.
- D. Развитие памяти учащихся.
- E. Умение применять знания на практике.

Задания по естественно-научной грамотности доступны в следующих источниках:

- Портал РЭШ (Российская электронная школа)
- Портал «Единое содержание общего образования»: Функциональная грамотность https://edsoo.ru/Funkcionalnaya_gramotnost.htm
- Открытые задания PISA на сайте Центра оценки качества образования http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018_sl.html
- Сетевой комплекс информационного взаимодействия субъектов Российской Федерации в проекте «Мониторинг формирования функциональной грамотности учащихся» <http://skiv.instrao.ru>
- **Естественно-научная грамотность. Сборник эталонных заданий. Выпуски 1 и 2: учеб. пособие для общеобразовательных организаций / под ред. Г. С. Ковалёвой, А. Ю. Пентина. — М. ; СПб. : Просвещение, 2020, 2021.**



Спасибо за внимание!

Пентин Александр Юрьевич, заведующий лабораторией естественно-научного общего образования Института стратегии развития образования РАО

Тел./факс: (495)-621-76-36

e-mail: centeroko@mail.ru

сайты: www.centeroko.ru

