

# PISA

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ ГРАМОТНОСТЬ  
(спецификация и образцы заданий)



PISA: естественнонаучная грамотность. – Минск: РИКЗ, 2020. – 168 с.

Издание содержит задания, направленные на выявление уровня естественнонаучной грамотности, предложенные обучающимся / студентам (15-летним подросткам) **при проведении международного сравнительного исследования PISA.**

Издание дополнено заданиями, которые были использованы в исследованиях предыдущих циклов PISA и обнародованы Организацией экономического сотрудничества и развития. Ко всем заданиям даны как полностью правильные ответы, так и вариации частично правильных и неправильных ответов.

Издание рекомендовано широкому кругу лиц: учителям, ученым-педагогам, методистам, специалистам в области педагогических измерений, а также учащимся учреждений общего среднего образования.

УО «Республиканский институт контроля знаний»

Министерства образования Республики Беларусь, 2020

© Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Париж

PISA:

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ  
ГРАМОТНОСТЬ

Минск

2020

# ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
<b>ЧАСТЬ 1: ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ПО ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ .....</b>	<b>7</b>
СИНДРОМ ГИБЕЛИ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ.....	7
ИСКОПАЕМЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА .....	11
ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ИЗВЕРЖЕНИЯ .....	15
ДОБЫЧА ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ .....	19
«ГОЛУБАЯ» ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ .....	23
МИГРАЦИЯ ПТИЦ.....	26
МЕТЕОРОИДЫ И КРАТЕРЫ .....	29
ШОКОЛАД.....	31
ИЗУЧЕНИЕ СКЛОНОВ .....	33
КИСЛОТНЫЕ ДОЖДИ.....	37
ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ.....	39
БОЛЬШАЯ ОПЕРАЦИЯ.....	43
КАТАЛИТИЧЕСКИЙ НЕЙТРАЛИЗАТОР .....	47
РИСК ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ? .....	50
ПРОХОЖДЕНИЕ ВЕНЕРЫ ПО ДИСКУ СОЛНЦА .....	52
ТЕСТО .....	54
ЭВОЛЮЦИЯ .....	58
БЛЕСК ДЛЯ ГУБ .....	61
УЛЬТРАЗВУК.....	63
ЗВЕЗДНЫЙ СВЕТ .....	66
КУРЕНИЕ ТАБАКА .....	67
ПОВЕДЕНИЕ КОЛЮШКИ.....	70
МЫШИНАЯ ОСПА.....	74
ТЕМПЕРАТУРА .....	77
КАРИЕС .....	79
БИОРАЗНООБРАЗИЕ .....	82
АВТОБУСЫ.....	85
КЛОНИРОВАНИЕ .....	87
СВЕТОВОЙ ДЕНЬ .....	89
ДНЕВНИК ЗЕММЕЛЬВАЙСА .....	94
ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА .....	99
МУХИ .....	101
КЛОНИРОВАННЫЕ ТЕЛЯТА .....	105
ОЗОН .....	107

КУКУРУЗА.....	113
<b>ЧАСТЬ 2: СПЕЦИФИКАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ.....</b>	<b>116</b>

# ВВЕДЕНИЕ

В 2018 году белорусские обучающиеся впервые приняли участие в Международной программе по оценке образовательных достижений обучающихся PISA. PISA – это исследование, которое оценивает уровень знаний 15-летних обучающихся по ключевым компетенциям, а также способствует повышению качества и эффективности образовательных систем. В 2018 году в международном исследовании приняли участие около 600000 подростков из 79 стран.

Ключевыми направлениями исследования PISA являются читательская, математическая и естественнонаучная грамотность. В цикле 2018 года акцент был сделан на изучении уровня читательской грамотности подростков.

Тестирование включает в себя 2 блока заданий, направленных на определение уровня грамотности подростков по соответствующим направлениям исследования. Тестирование проводится в компьютерном формате. На выполнение заданий тестируемым отводится 2 часа.

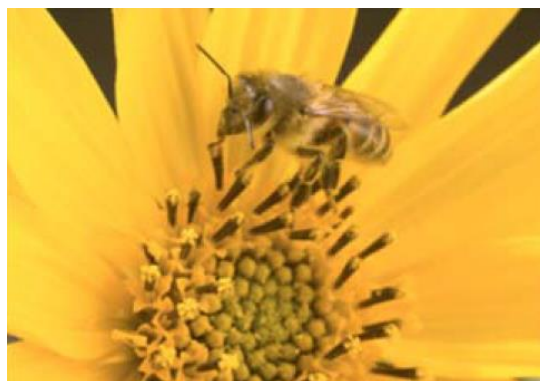
Первая часть данного пособия содержит открытые задания PISA по естественнонаучной грамотности, при помощи которых обучающиеся смогут ознакомиться с разнообразными формами и типами вопросов, с которыми они могут столкнуться при участии в исследовании. Все задания сопровождаются правильными ответами. В некоторых заданиях также представлены ответы, которые могут засчитываться частично, и варианты неправильных ответов, к которым приводятся комментарии и пояснения.

Вторая часть пособия представляет собой спецификацию исследования естественнонаучной грамотности. Для сохранения аутентичности материалов и точности терминологии спецификация приводится на языке оригинала.

# ЧАСТЬ 1: ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ПО ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ

## СИНДРОМ ГИБЕЛИ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ

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



### Вопрос 1: СИНДРОМ ГИБЕЛИ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ

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

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

.....

.....

.....

.....

### СИНДРОМ ГИБЕЛИ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1

#### **Ответ принимается полностью**

Код 1: Объяснение, в котором утверждается или подразумевается, что цветы не смогут образовывать семена без опыления.

#### **Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

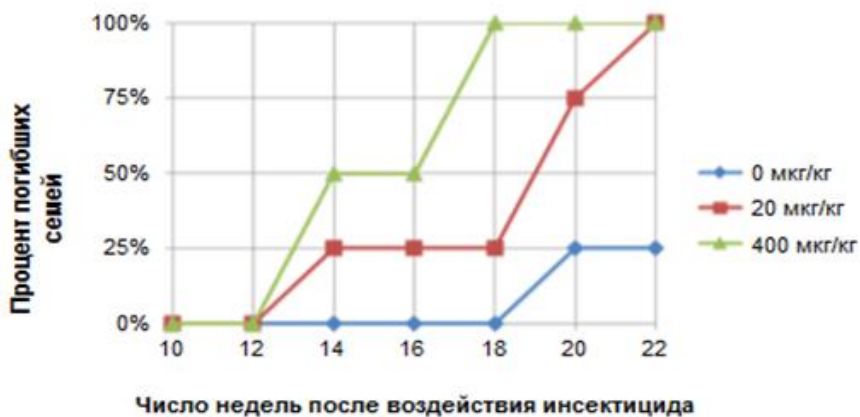
Код 9: Ответ отсутствует.

### Воздействие имидаклоприда

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

Ученые провели эксперименты, чтобы выяснить, приводит ли воздействие имидаклоприда к гибели семей. В некоторых ульях в течение трех недель добавляли в пищу пчел 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:



## Вопрос 2: СИНДРОМ ГИБЕЛИ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ

Опишите проведенный учеными эксперимент, дополнив следующее предложение:

Ученые изучили влияние...:

- A. Гибели пчелиных семей
- B. Концентрации вещества имидаклоприда в пище
- C. Невосприимчивости пчел к имидаклоприду

... на...:

- A. Гибель пчелиных семей
- B. Концентрацию вещества имидаклоприда в пище
- C. Невосприимчивость пчел к имидаклоприду

## СИНДРОМ ГИБЕЛИ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 2

**Ответ принимается полностью**

Код 1: Ученые изучили влияние *B. Концентрации вещества имидаклоприда в пище* на *A. Гибель пчелиных семей*.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

## Вопрос 3: СИНДРОМ ГИБЕЛИ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ



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

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

**СИНДРОМ ГИБЕЛИ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 3**

**Ответ принимается полностью**

Код 1: А. Семьи, подвергшиеся воздействию большего количества имидаклоприда, обычно гибнут быстрее.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

**Вопрос 4: СИНДРОМ ГИБЕЛИ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ**

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

.....

.....

.....

.....

.....

**СИНДРОМ ГИБЕЛИ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 4**

**Ответ принимается полностью**

Код 1: В ответе указывается, что должна существовать какая-то другая естественная причина для гибели пчелиных семей для исследуемых семей или что ульи в контрольной группе не были должным образом защищены от воздействия.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

**Вопрос 5: СИНДРОМ ГИБЕЛИ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ**

Ученые предполагают две дополнительные причины гибели семей:

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

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

- A. В ульях были обнаружены яйца другого организма.
- B. В клетках пчел были обнаружены инсектициды.
- C. В клетках пчел была обнаружена ДНК, не принадлежащая пчелам.
- D. В ульях были обнаружены мертвые пчелы.

#### **СИНДРОМ ГИБЕЛИ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 5**

***Ответ принимается полностью***

Код 1: C. В клетках пчел была обнаружена ДНК, не принадлежащая пчелам.

***Ответ не принимается***

Код 0: Другие ответы.

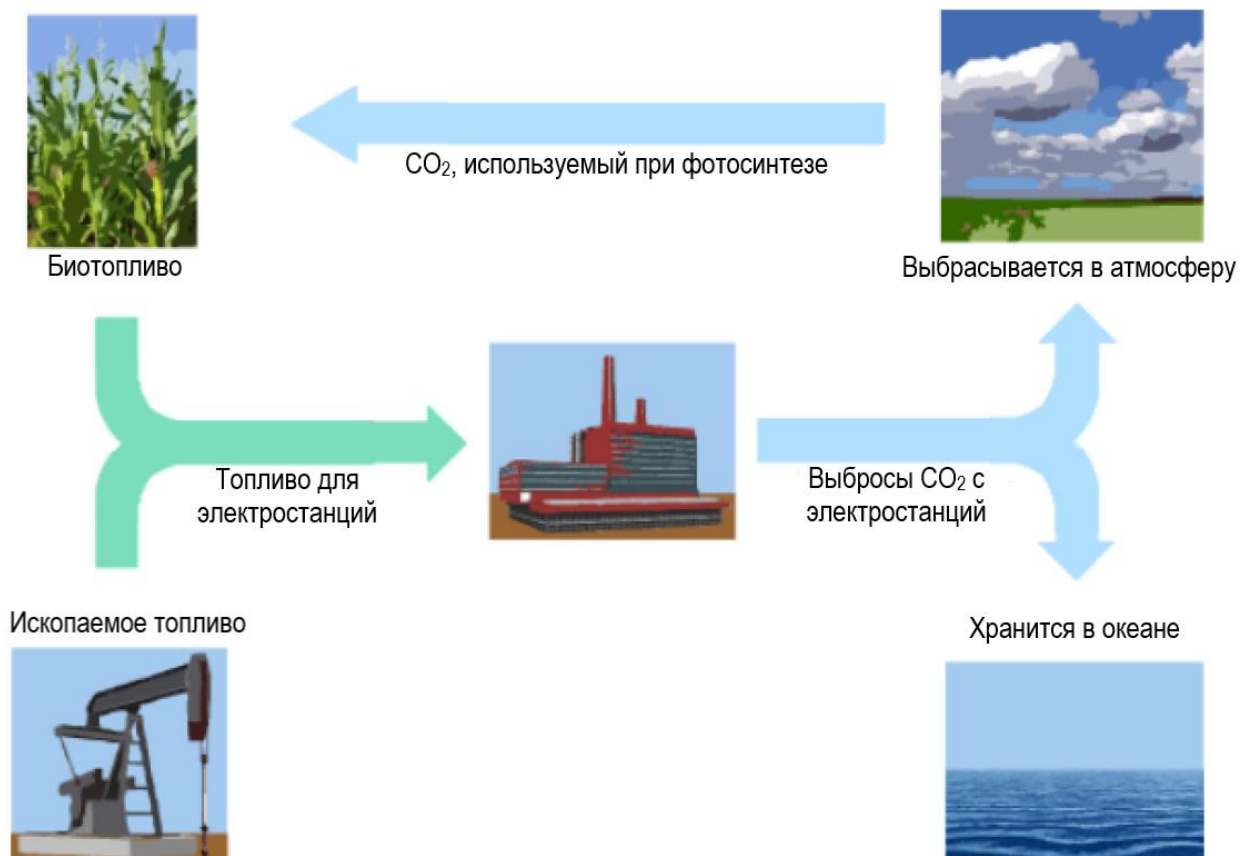
Код 9: Ответ отсутствует.

# ИСКОПАЕМЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА

Многие электростанции сжигают топливо на основе углерода и выделяют углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ).  $\text{CO}_2$ , выбрасываемый в атмосферу, оказывает негативное влияние на глобальный климат. Инженеры используют различные стратегии, чтобы уменьшить количество  $\text{CO}_2$ , 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  $\text{CO}_2$ , выделяемого электростанциями, и хранение ее глубоко под землей или в океане. Эта стратегия называется «улавливание и хранение углерода».



## Вопрос 1: ИСКОПАЕМЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА

Использование биотоплива не так сильно влияет на уровень  $\text{CO}_2$  в атмосфере, как использование ископаемых видов топлива. Какое из приведенных ниже утверждений лучше всего объясняет, почему так происходит?

- A. Биотопливо при горении не выделяет  $\text{CO}_2$ .
- B. Растения, используемые для производства биотоплива, пока они растут, поглощают  $\text{CO}_2$  из атмосферы.
- C. По мере сгорания биотопливо поглощает часть  $\text{CO}_2$  из атмосферы.
- D.  $\text{CO}_2$ , выделяемый электростанциями на биотопливе, имеет иные химические свойства, чем  $\text{CO}_2$ , выделяемый электростанциями на ископаемом топливе.

## ИСКОПАЕМЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1

**Ответ принимается полностью**

Код 1: В. Растения, используемые для производства биотоплива, пока они растут, поглощают CO<sub>2</sub> из атмосферы.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

## Вопрос 2: ИСКОПАЕМЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА

Несмотря на преимущества использования биотоплива для окружающей среды, ископаемые виды топлива по-прежнему широко используются. В следующей таблице сравниваются количество энергии и количество CO<sub>2</sub>, которые выделяются при сжигании нефти и этанола. Нефть является ископаемым топливом, а этанол – биотопливом.

Источник топлива	Выделяемая энергия (кДж энергии/г топлива)	Выделяемый углекислый газ (мг CO <sub>2</sub> /кДж энергии, вырабатываемой из топлива)
Нефть	43,6	78
Этанол	27,3	59

Основываясь на данных, приведенных в таблице, объясните, почему кому-то использование нефти вместо этанола может показаться предпочтительнее, даже если их стоимость одинакова.

.....

.....

.....

.....

Основываясь на данных, приведенных в таблице, объясните, в чем заключаются преимущества использования этанола вместо нефти для окружающей среды.

.....

.....

.....

.....

## ИСКОПАЕМЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 2

**Ответ принимается полностью**

Код 1: В ответе на первый вопрос указывается, что люди могут предпочитать использование нефти по сравнению с этанолом, потому что она выделяет больше энергии по той же цене. В ответе на второй вопрос указывается, что этанол имеет экологическое преимущество над нефтью, поскольку он выделяет меньше углекислого газа.

**Ответ не принимается**

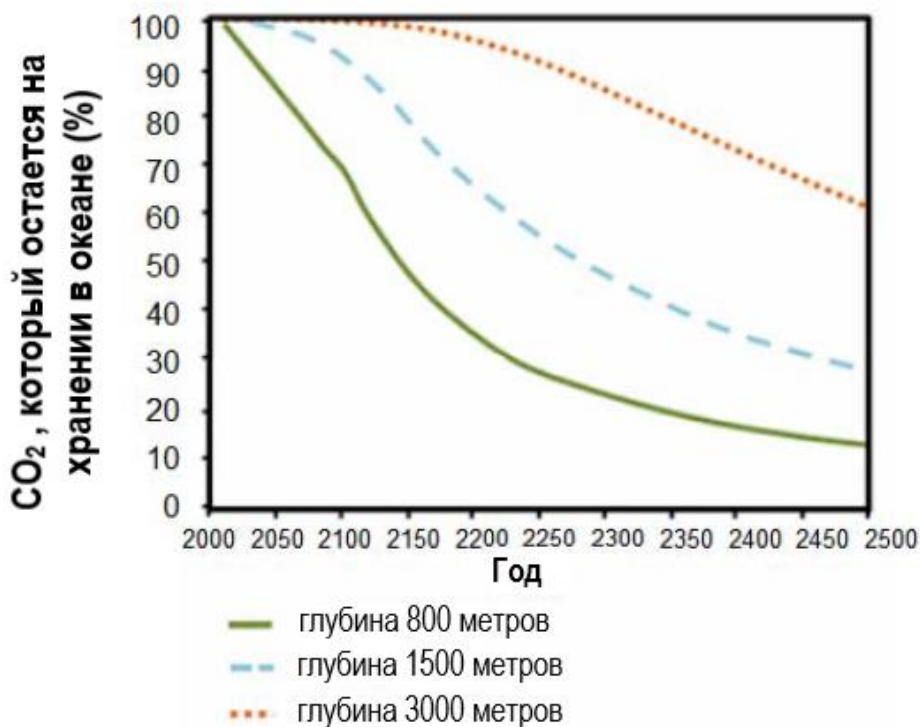
Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

### Улавливание и хранение углерода

Улавливание и хранение углерода предполагает улавливание части  $\text{CO}_2$ , выделяемого электростанциями, и его хранение в таком месте, откуда он не может быть снова выделен в атмосферу. Одно из возможных мест хранения  $\text{CO}_2$  – это океан, так как  $\text{CO}_2$  растворяется в воде.

Ученые разработали математическую модель для расчета доли  $\text{CO}_2$ , которая будет оставаться на хранении в океане после того, как  $\text{CO}_2$  закачают в океан на три разные глубины (800 метров, 1500 метров и 3000 метров). Модель предполагает, что  $\text{CO}_2$  был закачан в океан в 2000 году. Приведенный ниже график показывает результаты данной модели.



### Вопрос 3: ИСКОПАЕМЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА

Используйте данные графика, чтобы объяснить, как глубина влияет на эффективность долговременного хранения  $\text{CO}_2$  в океане.

.....  
.....

.....  
.....  
.....

**ИСКОПАЕМЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 3**

***Ответ принимается полностью***

Код 1: В ответе указывается, что закачивание углекислого газа на большую глубину в океане обеспечивает более эффективное хранение, чем закачивание на меньшую глубину.

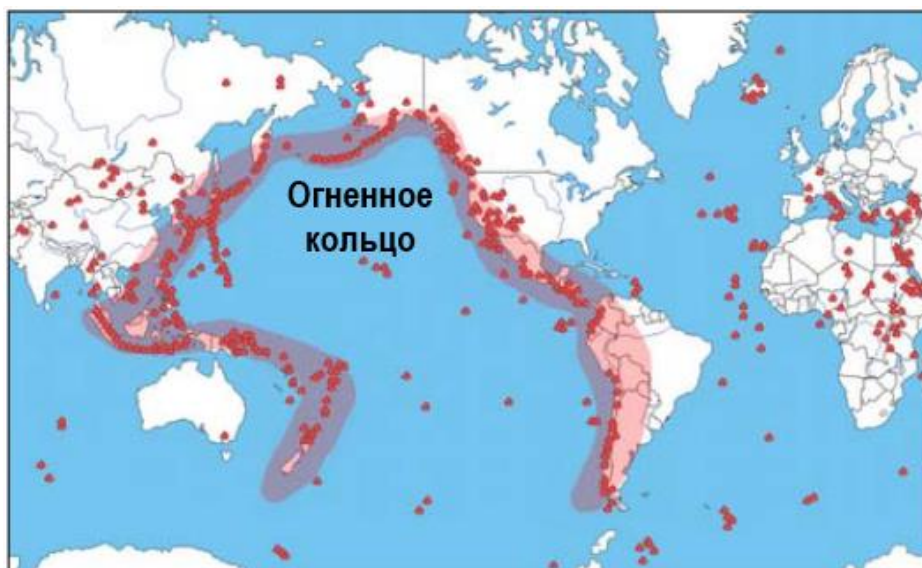
***Ответ не принимается***

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

# ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ИЗВЕРЖЕНИЯ

Вулканические извержения и землетрясения угрожают людям во многих регионах мира. На карте 1 показано расположение вулканов. На карте 2 показаны места землетрясений. Район, называемый Огненным кольцом, обозначен на обеих картах.



Карта 1 – Вулканы



Карта 2 – Землетрясения

## Вопрос 1: ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ИЗВЕРЖЕНИЯ

Выберите на приведенной ниже карте место, которое, вероятно, **менее** всего подвержено угрозе вулканических извержений и землетрясений.



### ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ИЗВЕРЖЕНИЯ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1

*Ответ принимается полностью*

Код 1: D.

*Ответ не принимается*

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

### Влияние на солнечное излучение

При извержении вулканов происходят выбросы вулканического пепла и сернистого газа в атмосферу. Представленный ниже график показывает, как эти выбросы влияют на количество солнечного излучения, достигающего поверхности Земли.

#### Солнечное излучение, достигающее поверхности Земли, в разные годы





### Вопрос 3: ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ИЗВЕРЖЕНИЯ

Почему количество солнечного излучения, достигающего поверхности Земли, меняется после извержений вулканов?

.....

.....

.....

.....

### ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ИЗВЕРЖЕНИЯ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 3

#### **Ответ принимается полностью**

Код 1: В ответе приводится объяснение, демонстрирующее или подразумевающее, что вулканические выбросы отражают или поглощают солнечную радиацию.

#### **Ответ не принимается**

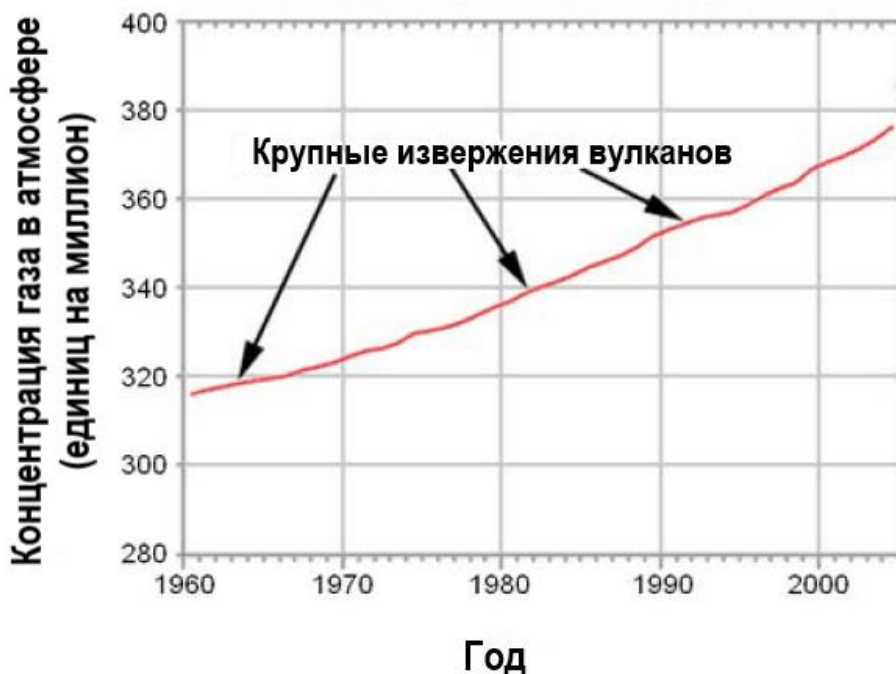
Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

### Углекислый газ в атмосфере

При извержении вулканы испускают углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ). На следующем графике показана концентрация углекислого газа, которую ученые измеряли с 1960 года.

**$\text{CO}_2$  в атмосфере в разные годы**



В следующей таблице показан относительный вклад различных источников в общее содержание углекислого газа в атмосфере.

Источник	Вклад в общее содержание углекислого газа в атмосфере
Вулканические извержения	<1%
Выбросы, связанные с деятельностью человека	20%
Дыхание растений	40%
Дыхание и разложение микроорганизмов	40%

#### **Вопрос 4: ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ИЗВЕРЖЕНИЯ**

Исходя из представленных данных, какое влияние оказывают извержения вулканов на концентрацию углекислого газа в атмосфере?

- A. Значительное влияние, так как происходит много извержений.
- B. Значительное влияние, так как при каждом извержении выбрасывается большое количество веществ.
- C. Незначительное влияние, так как вулканы выделяют мало CO<sub>2</sub> по сравнению с другими источниками.
- D. Незначительное влияние, так как уровень CO<sub>2</sub> в атмосфере при извержениях снижается.

#### **ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ИЗВЕРЖЕНИЯ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 4**

##### ***Ответ принимается полностью***

Код 1: C. Незначительное влияние, так как вулканы выделяют мало CO<sub>2</sub> по сравнению с другими источниками.

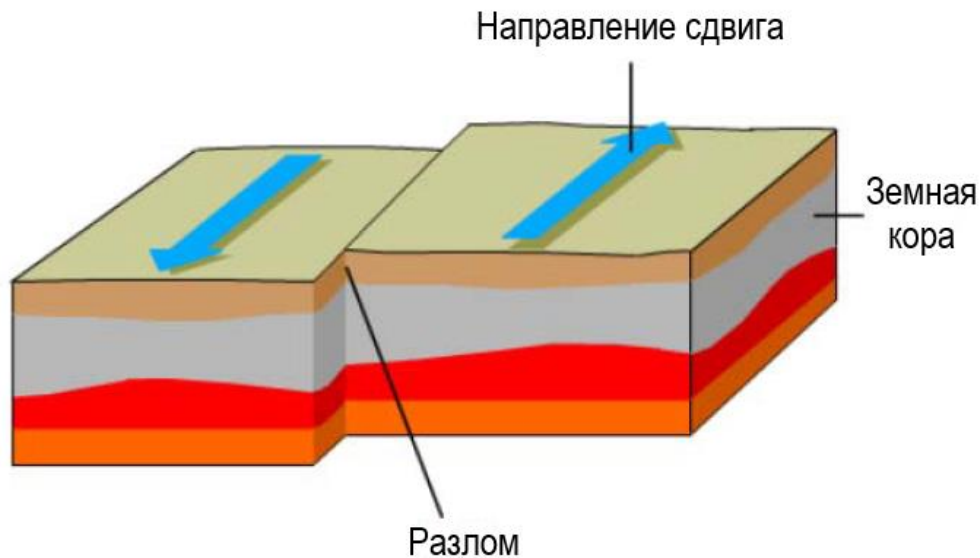
##### ***Ответ не принимается***

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

# ДОБЫЧА ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Твердая земная кора образует внешний слой Земли. Земная кора расколота на литосферные плиты, которые движутся по слою частично расплавленной породы. Плиты имеют разрывы, которые называются разломами. Землетрясения происходят, когда напряжение, накопленное вдоль разлома, освобождается, вызывая сдвиг частей земной коры. Пример сдвига вдоль разлома показан ниже.



## Вопрос 1: ДОБЫЧА ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

На разломах естественным образом накапливается напряжение. Почему это происходит?

.....

.....

.....

.....

.....

## ДОБЫЧА ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1

**Ответ принимается полностью**

Код 1: Приводится объяснение, в котором говорится или подразумевается, что движение литосферных плит приводит к накоплению напряжения и/или что движение каменных плит/земли в разных направлениях останавливается благодаря возникновению напряжения вдоль разлома.

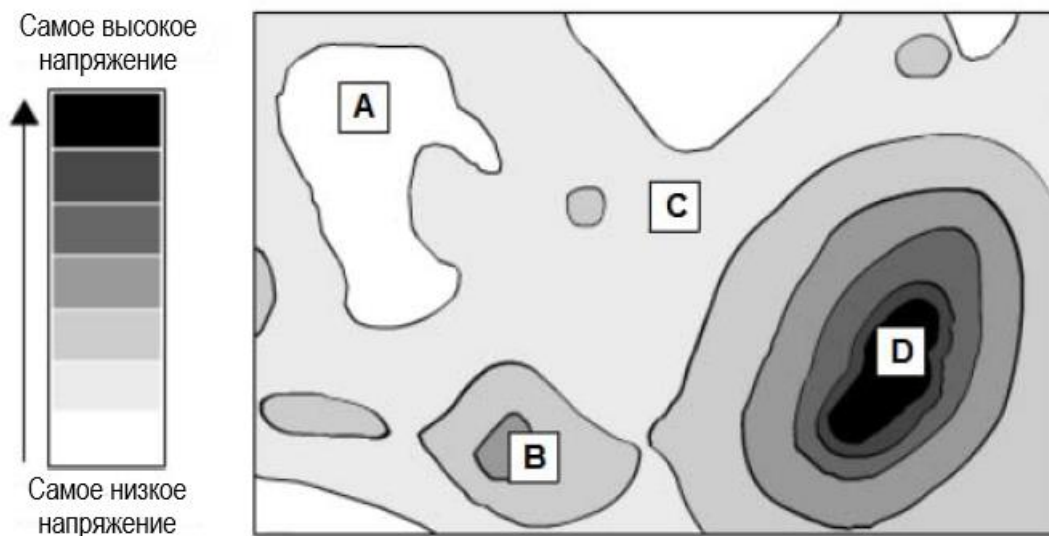
**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

## Напряжение в земной коре

### Уровни напряжения в земной коре



### Вопрос 2: ДОБЫЧА ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

На карте, представленной выше, показан уровень напряжения в земной коре в определенном регионе. Четыре участка в этом регионе обозначены буквами А, В С и D. Каждый участок находится в зоне разлома, который проходит или непосредственно через этот участок, или недалеко от него.

Разместите участки в последовательности от наименьшего риска к наибольшему риску землетрясения.

Наибольший риск:


Наименьший риск:

### ДОБЫЧА ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 2

**Ответ принимается полностью**

Код 1: Следующая последовательность ответов от наибольшего риска к наименьшему: D, B, C, A.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

## Землетрясение 2011 года в Лорке

Город Лорка, Испания, расположен в районе, где часто происходят землетрясения. Одно из землетрясений произошло в Лорке в мае 2011 года. Геологи считают, что в отличие от предыдущих землетрясений в этом районе, это землетрясение могло быть вызвано деятельностью человека, в частности, откачкой подземных вод. Согласно гипотезе геологов, добыча воды из-под земли способствовала увеличению напряжения в ближайшем разломе, что вызвало сдвиг, который привел к землетрясению.

### Вопрос 3: ДОБЫЧА ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Какое наблюдение подтверждает гипотезу геологов?

- A. Землетрясение ощущалось за много километров от Лорки.
- B. Сдвиг вдоль разлома был наибольшим в районах, где откачка воды вызвала наибольшее напряжение.
- C. В Лорке случались землетрясения большей магнитуды, чем землетрясение мая 2011 года.
- D. За землетрясением последовал ряд менее сильных землетрясений в районе вокруг Лорки.

### ДОБЫЧА ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 3

**Ответ принимается полностью**

Код 1: B. Сдвиг вдоль разлома был наибольшим в районах, где откачка воды вызвала наибольшее напряжение.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

### Вопрос 4: ДОБЫЧА ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Учащийся, проживающий в одном из городов в удаленном от Лорки районе, узнает о гипотезе геологов о землетрясении 2011 года в Лорке. Учащийся знает, что добыча подземных вод в районе, где он живет, привела к снижению уровня подземных вод. Он беспокоится по поводу возможного землетрясения в его городе. Какой или какие из следующих вопросов следует рассмотреть учащемуся, чтобы определить, насколько велик риск того, что добыча подземных вод вызовет землетрясение в его городе?

✓ *Помните, что можно выбрать **один или более** вариантов ответа.*

- A. Имеются ли разломы в земной коре в его районе?
- B. Существуют ли естественные причины, вызывающие напряжение в земной коре в его районе?
- C. Загрязнена ли вода, откачиваемая из-под земли в этом районе?
- D. Какова среднесуточная температура воздуха в этом районе?

### ДОБЫЧА ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 4

***Ответ принимается полностью***

Код 1: Ответы А и В.

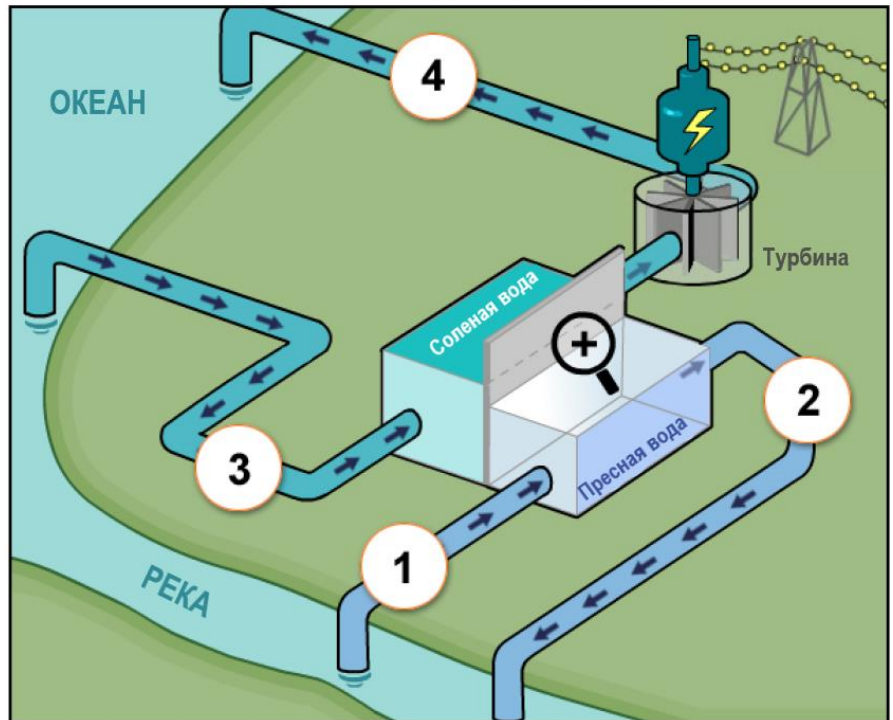
***Ответ не принимается***

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

# «ГОЛУБАЯ» ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

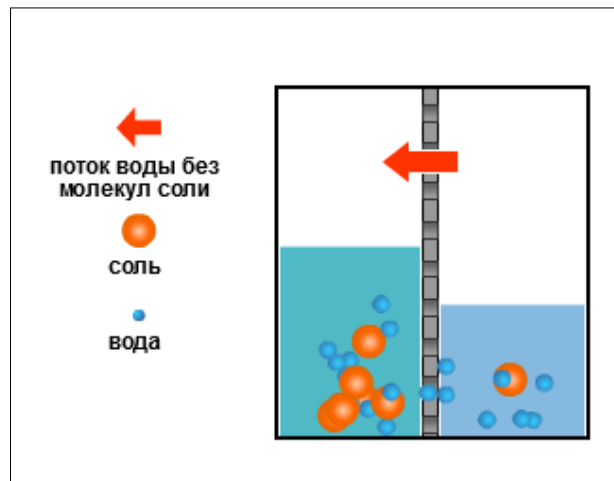
Данная иллюстрация демонстрирует новый вид электростанции, расположенной там, где сходятся пресноводная река и океанская вода. На электростанции для выработки электроэнергии используется разница концентраций соли в двух водоемах. На электростанции пресная вода из реки закачивается через трубу в один резервуар. Соленая вода из океана закачивается в другой резервуар. Два резервуара разделены мембраной, которая пропускает только молекулы воды.



Молекулы воды естественным образом проходят через мембрану из резервуара с низкой концентрацией соли в резервуар с высокой концентрацией соли. Это увеличивает объем и давление воды в резервуаре с соленой водой.

Затем вода под высоким давлением в резервуаре с соленой водой проходит по трубе, приводя в движение турбину, вырабатывающую электроэнергию.

Вид через увеличительное стекло:



## Вопрос 1: «ГОЛУБАЯ» ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

На электростанции цифрами отмечены четыре участка. Вода закачивается из реки в участок 1, отмеченный на рисунке.

В каких участках далее по ходу процесса можно обнаружить молекулы воды, которые поступают из реки?

✓ Помните, что можно выбрать **один или более** вариантов ответа.

А. Участок 2

В. Участок 3

С. Участок 4

### **«ГОЛУБАЯ» ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1**

**Ответ принимается полностью**

Код 1: Ответы А и С.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

### **Вопрос 2: «ГОЛУБАЯ» ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ**

*Обратите внимание на вид через увеличительное стекло и выберите правильное завершение предложения.*

В речной воде концентрация соли низкая. Поскольку молекулы проходят сквозь мембрану, концентрация соли в резервуаре с пресной водой повышается / снижается, а концентрация соли в резервуаре с соленой водой повышается / снижается.

### **«ГОЛУБАЯ» ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 2**

**Ответ принимается полностью**

Код 1: Следующая последовательность ответов: повышается, снижается.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

### **Вопрос 3: «ГОЛУБАЯ» ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ**

*Выберите правильное завершение предложения.*

На электростанции происходит несколько видов преобразования энергии. Какой вид преобразования энергии идет в турбине и генераторе?

Турбина и генератор преобразуют гравитационную / потенциальную / кинетическую / электрическую энергию в гравитационную / потенциальную / кинетическую / электрическую энергию.

### **«ГОЛУБАЯ» ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 3**

**Ответ принимается полностью**

Код 1: Следующая последовательность ответов: кинетическую, электрическую.

**Ответ не принимается**



Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

**Вопрос 4: «ГОЛУБАЯ» ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ**

Многие электростанции используют ископаемые виды топлива, такие как нефть и уголь, в качестве источника энергии.

Почему эта новая электростанция считается более экологичной, чем электростанции, использующие ископаемые виды топлива?

.....

.....

.....

.....

**«ГОЛУБАЯ» ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 4**

***Ответ принимается полностью***

Код 1: Приводится объяснение, в котором определяется, почему электростанции, сжигающие ископаемое топливо, более вредны для окружающей среды, чем новые электростанции, показанные в этом задании, или определяется особенность новой электростанции, которая делает ее более экологичной.

***Ответ не принимается***

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

# МИГРАЦИЯ ПТИЦ

Миграция птиц – это сезонное масштабное передвижение птиц из мест гнездования и обратно. Каждый год волонтеры ведут подсчет птиц в определенных местах. Ученые отлавливают некоторых птиц и помечают их лапы комбинацией разноцветных колец и флажков. Ученые используют сведения о помеченных птицах вместе с данными волонтеров для того, чтобы определить маршруты перемещения птиц.



## Вопрос 1: МИГРАЦИЯ ПТИЦ

Большинство мигрирующих птиц собирается в одном месте, а затем они мигрируют в больших группах, а не поодиночке. Такое поведение – результат эволюции. Какой из приведенных ниже вариантов является наилучшим научным объяснением эволюции подобного поведения у большинства мигрирующих птиц?

- A. Птицы, которые мигрировали поодиночке или малыми группами, реже выживали и имели потомство.
- B. Птицам, которые мигрировали поодиночке или малыми группами, чаще удавалось найти подходящее пропитание.
- C. Перелет большими группами позволял другим видам птиц присоединиться к миграции.
- D. Перелет большими группами давал каждой птице больше шансов найти место для гнездования.

## МИГРАЦИЯ ПТИЦ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1

**Ответ принимается полностью**

Код 1: А. Птицы, которые мигрировали поодиночке или малыми группами, реже выживали и имели потомство.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

## Вопрос 2: МИГРАЦИЯ ПТИЦ

Определите фактор, из-за которого подсчеты перелетных птиц волонтерами не являются точными, и объясните, как данный фактор влияет на подсчет.

.....

.....

.....

.....

## МИГРАЦИЯ ПТИЦ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 2

**Ответ принимается полностью**

Код 1: Для того чтобы ответ был полностью засчитан, учащиеся должны определить хотя бы один фактор, который может повлиять на точность подсчета.

- Наблюдатели могут пропустить некоторых птиц, потому что они летят высоко.
- Если одну и ту же птицу посчитают дважды, это сильно увеличит результаты подсчета.
- В больших группах птиц волонтеры могут лишь предположить приблизительное количество птиц.
- Наблюдатели могут ошибиться в определении вида птицы, что приведет к ошибочному подсчету количества птиц данного вида.
- Птицы могут перелетать в ночное время.
- Наблюдатели могут ошибиться в вычислениях.
- Облака или дождь могут скрыть некоторых птиц.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

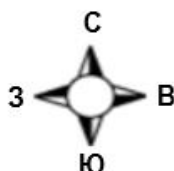
Код 9: Ответ отсутствует.

### Золотые ржанки

Золотые ржанки – это мигрирующие птицы, которые гнездятся в Северной Европе. Осенью птицы перемещаются в более теплые места, где можно добыть пищу. Весной птицы возвращаются к местам гнездования.

Представленные ниже карты основаны на изучении миграции золотых ржанок, которое длилось более десяти лет. Карта 1 демонстрирует южное направление миграции золотых ржанок осенью, а на карте 2 можно увидеть северное направление миграции весной. Территории серого цвета – земля, а белого цвета – водное пространство. Толщина линий стрелок соответствует размеру мигрирующих групп птиц.

#### Направления миграции золотых ржанок



Карта 1: Южное направление миграции осенью



Карта 2: Северное направление миграции весной

### Вопрос 3: МИГРАЦИЯ ПТИЦ

Какое утверждение о миграции золотых ржанок подтверждается картами?

✓ *Помните, что можно выбрать **один или более** вариантов ответа.*

- A. Карты показывают, что количество золотых ржанок, мигрирующих в южном направлении, уменьшилось за последние 10 лет.
- B. Карты показывают, что северные маршруты миграции некоторых золотых ржанок отличаются от маршрутов в южном направлении.
- C. Карты показывают, что мигрирующие золотые ржанки проводят зиму на территориях, которые расположены южнее или юго-западнее их мест гнездования.
- D. Карты показывают, что маршруты миграции золотых ржанок сместились от прибрежных территорий за последние 10 лет.

### МИГРАЦИЯ ПТИЦ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 3

#### ***Ответ принимается полностью***

Код 1: Для того чтобы ответ был полностью засчитан, учащиеся должны выбрать ДВА варианта:

B. Карты показывают, что северные маршруты миграции некоторых золотых ржанок отличаются от маршрутов в южном направлении.

C. Карты показывают, что мигрирующие золотые ржанки проводят зиму на территориях, которые расположены южнее или юго-западнее их мест гнездования.

#### ***Ответ не принимается***

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

# МЕТЕОРОИДЫ И КРАТЕРЫ

Космические камни, которые проникают в атмосферу Земли, называются метеороидами. Метеороиды нагреваются и горят тлеющим пламенем по мере того, как они падают в атмосфере Земли. Большинство метеороидов сгорают до того, как коснутся поверхности Земли. Когда метеороид ударяется о Землю, он может оставить яму, которую называют кратером.



## Вопрос 1: МЕТЕОРОИДЫ И КРАТЕРЫ

По мере того, как метеороид приближается к Земле и ее атмосфере, он ускоряется. Почему это происходит?

- A. Метеороид притягивается благодаря вращению Земли.
- B. Метеороид подталкивается солнечным светом.
- C. Метеороид притягивается массой Земли.
- D. Метеороид выталкивается космическим вакуумом.

## МЕТЕОРОИДЫ И КРАТЕРЫ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1

**Ответ принимается полностью**

Код 1: C. Метеороид притягивается массой Земли.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

## Вопрос 2: МЕТЕОРОИДЫ И КРАТЕРЫ

Как влияет атмосфера планеты на количество кратеров на поверхности планеты?

*Выберите правильное завершение предложения.*

Чем плотнее атмосфера планеты, тем меньше / больше кратеров будет на ее поверхности, так как меньше / больше метеороидов будет сгорать в атмосфере.

## МЕТЕОРОИДЫ И КРАТЕРЫ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 2

**Ответ принимается полностью**

Код 1: Следующая последовательность ответов: меньше, больше.

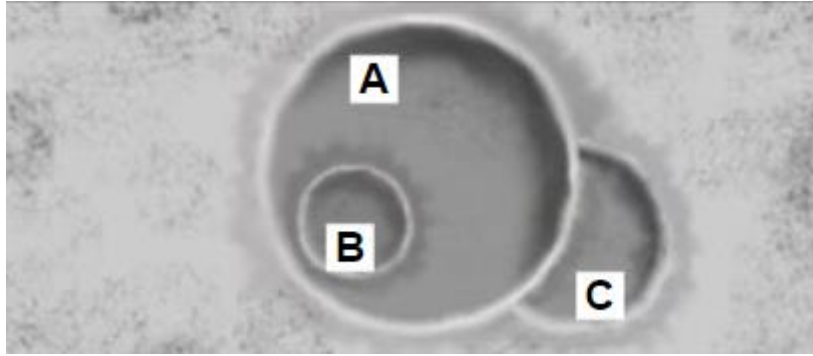
**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

## Вопрос 3: МЕТЕОРОИДЫ И КРАТЕРЫ

Рассмотрите три кратера на рисунке.



Разместите по порядку кратеры согласно размеру метеороида, по причине которого они возникли, от большего к меньшему.

Самый большой → Самый маленький		

Разместите кратеры в порядке возникновения, от самого старого до самого нового.

Самый старый → Самый новый		

### МЕТЕОРОИДЫ И КРАТЕРЫ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 3

**Ответ принимается полностью**

Код 1: Следующая последовательность ответов для первого вопроса: А, С, В.  
 Следующая последовательность ответов для второго вопроса: С, А, В.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

# ШОКОЛАД

Прочитайте краткое содержание статьи в газете Daily Mail от 30 марта 1998.

В газетной статье подробно рассказывалось о 22-летней студентке по имени Джессика, которая придерживалась «шоколадной диеты». Она утверждала, что не испытывала проблем со здоровьем, стабильно весила 50 кг, употребляла 90 плиток шоколада в неделю, не ела никакой другой пищи, за исключением одного «полноценного блюда» раз в пять дней. Специалист по питанию прокомментировал: «Я удивлен, что кто-то может жить, придерживаясь подобной диеты. Жиры дают ей энергию, но она не получает сбалансированного питания. В шоколаде имеются некоторые минералы и питательные вещества, но она недополучает витамины. Она может столкнуться с серьезными проблемами со здоровьем в дальнейшей жизни».



## ТАБЛИЦА О ШОКОЛАДЕ 1

В книге о питательных ценностях упоминается следующая информация о шоколаде. Предположим, что все данные относятся к тому типу шоколада, который все время ест Джессика. Предположим также, что плитки шоколада, которые она ест, весят 100 грамм каждая.

*Питательная ценность 100 грамм шоколада*

Протеины (г)	Жиры (г)	Углеводы (г)	Минералы		Витамины			Общая энергия (кДж)
			Кальций (мг)	Железо (мг)	А	В (мг)	С	
5	32	51	50	4	-	0,20	-	2142

Согласно таблице 100 грамм шоколада содержат 32 грамма жиров и дают 2142 кДж энергии. Специалист по питанию сказал: «Жиры дают ей энергию...»

### Вопрос 1: ШОКОЛАД

Если кто-то съедает 100 г шоколада, вся ли энергия (2142 кДж) получается из 32 грамм жиров? Объясните свой ответ, ссылаясь на таблицу.

.....

.....

.....

.....

### ШОКОЛАД: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1

**Ответ принимается полностью**

Код 2: Дается ответ «Нет» и приводится объяснение, что часть энергии получается из углеводов или протеинов, или из углеводов и протеинов.

### **Ответ принимается частично**

Код 1: Дается ответ «Нет» и приводится объяснение, что часть энергии получается из углеводов или протеинов, или из углеводов и протеинов, а также из витаминов и минералов.

### **Ответ не принимается**

Код 0: Дается ответ «Да» или ответ «Нет» без объяснений ИЛИ приводится объяснение, что (только) минералы также производят энергию ИЛИ приводится объяснение, что другие компоненты шоколада (не названы) также вносят вклад в образование энергии.

Код 8: Ответ не по теме.

Код 9: Ответ отсутствует.

## **Вопрос 2: ШОКОЛАД**

Специалист по питанию говорит, что Джессика недополучает витамины. Одним из витаминов, которых нет в шоколаде, является витамин С. Возможно, она могла бы компенсировать его недостаток, если бы включила продукты, богатые содержанием витамина С, в свое «полноценное блюдо», которое она ест раз в каждые пять дней.

Вот перечень продуктов.

1. Рыба
2. Фрукты
3. Рис
4. Овощи

Какие два типа продуктов из данного списка вы бы порекомендовали Джессике, чтобы восполнить нехватку витамина С?

- A. 1 и 2
- B. 1 и 3
- C. 1 и 4
- D. 2 и 3
- E. 2 и 4
- F. 3 и 4

## **ШОКОЛАД: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 2**

### **Ответ принимается полностью**

Код 1: E. 2 и 4

### **Ответ не принимается**

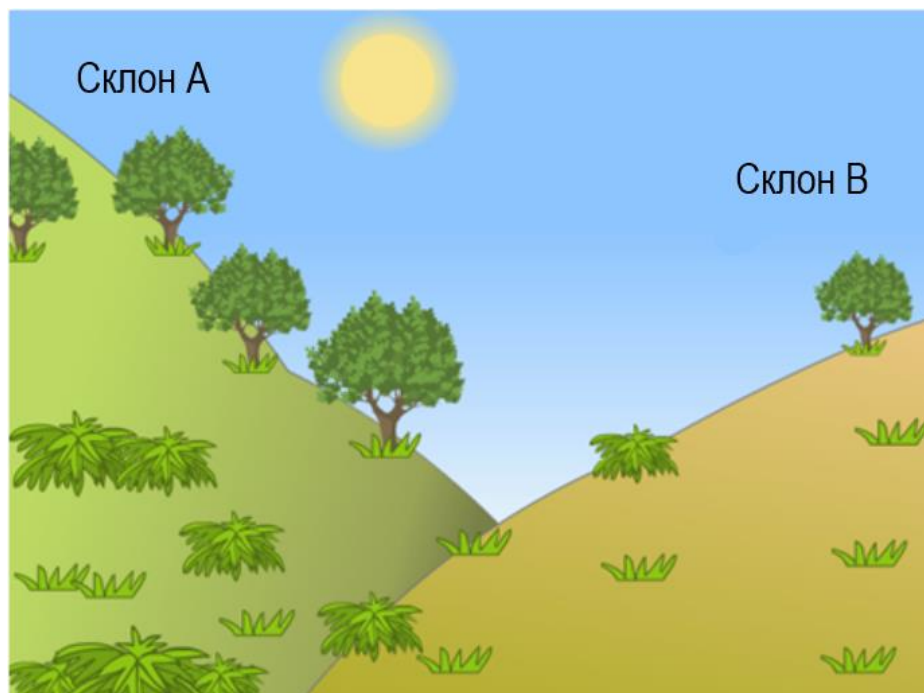
Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.



# ИЗУЧЕНИЕ СКЛОНОВ

Группа учеников заметила значительные различия между растительностью на двух склонах долины: растительность гораздо зеленее и обильнее на склоне А, чем на склоне В. Разница продемонстрирована на рисунке ниже.



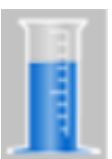


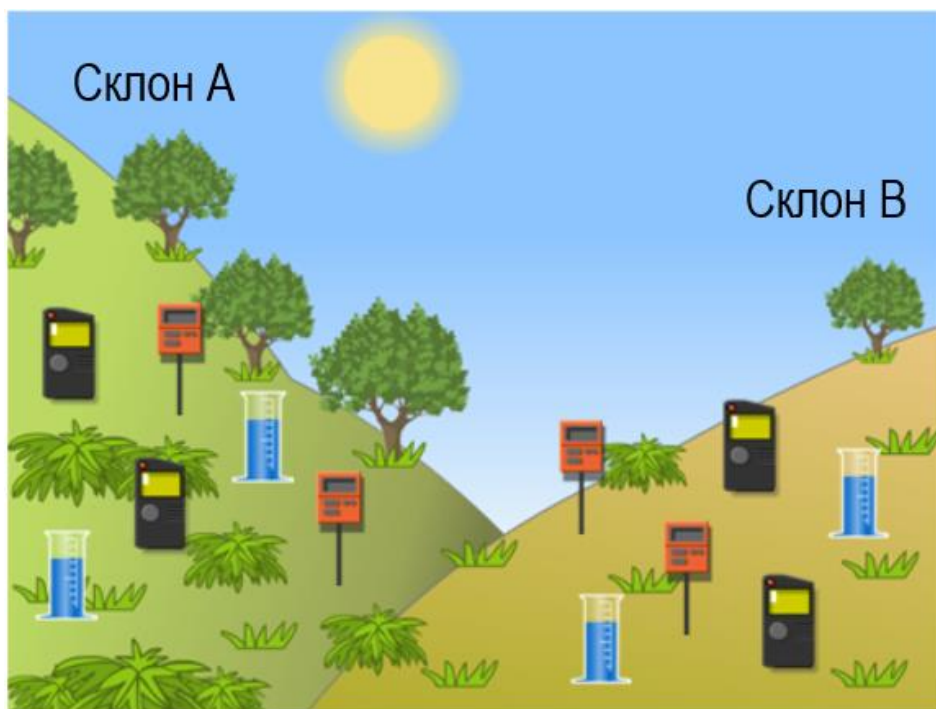
Ученики решают изучить, почему растительность на склонах так различается. Одной из частей данного исследования является измерение следующих трех экологических факторов в течение определенного периода времени:

- **Солнечное излучение:** сколько солнечного света получает определенное место
- **Влажность почвы:** насколько влажная почва в определенном месте
- **Осадки:** какой объем осадков выпадает в определенном месте

## Сбор данных

Ученики разместили по два из каждого трех приборов, приведенных ниже, на каждом склоне.

	<b>Датчик солнечного излучения:</b> измеряет количество солнечного света в мегаджоулях на квадратный метр (МДж/м <sup>2</sup> )
	<b>Датчик влажности почвы:</b> измеряет объем воды как процент объема почвы
	<b>Осадкомер:</b> измеряет объем осадков в миллиметрах (мм)



### Вопрос 1: ИЗУЧЕНИЕ СКЛОНОВ

Почему ученики разместили по два прибора каждого вида на каждом склоне при изучении различий в их растительности?

.....

.....

.....

.....

### ИЗУЧЕНИЕ СКЛОНОВ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1

**Ответ принимается полностью**

Код 1: Приводится объяснение, согласно которому использование нескольких измерительных приборов на каждом склоне более правильно с научной точки зрения, например для учета различий в условиях на склоне или увеличения точности измерений для каждого склона:

- Чтобы они смогли определить, являются ли различия между склонами существенными.
- Потому что в пределах одного склона измерения могут отличаться.
- Для увеличения точности измерений для каждого склона.
- Данные будут более точными.
- На случай если один прибор из двух неисправен.
- Для того чтобы сравнить различное количество солнечного света на склоне [Слово «сравнить» подразумевает, что могут присутствовать различия].

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

## Вопрос 2: ИЗУЧЕНИЕ СКЛОНОВ

### Анализ данных

Ученики используют средние значения измерений, собранных в течение определенного периода времени с каждой пары приборов на каждом склоне, для вычисления погрешности. Результаты представлены в таблице, приведенной ниже. Погрешность находится после знака «±».

	Среднее солнечное излучение	Средняя влажность почвы	Средний объем осадков
Склон А	$3800 \pm 300$ МДж/м <sup>2</sup>	$28 \pm 2\%$	$450 \pm 40$ мм
Склон В	$7200 \pm 400$ МДж/м <sup>2</sup>	$18 \pm 3\%$	$440 \pm 50$ мм



Мнения двоих учеников по поводу разницы во влажности почвы на двух склонах не совпадают.

- Первый ученик думает, что разница во влажности почвы обусловлена разницей в солнечном излучении на двух склонах.
- Второй ученик думает, что разница во влажности почвы обусловлена разницей в количестве осадков на двух склонах.

Учитывая данные, определите, какой ученик прав, и объясните свой ответ.

А. Первый ученик

В. Второй ученик

.....  
.....

.....

.....

## **ИЗУЧЕНИЕ СКЛОНОВ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 2**

### ***Ответ принимается полностью***

Код 1: Дается ответ А. Первый ученик и приводится объяснение о том, что между двумя склонами существует разница в солнечном излучении и/или что сумма осадков не различается, например:

- Склон В получает гораздо больше солнечного излучения, чем склон А, но то же самое количество осадков.
- Нет разницы между осадками на двух склонах.
- Между солнечным излучением, которое получают склоны А и В, существует большая разница.

### ***Ответ не принимается***

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

# КИСЛОТНЫЕ ДОЖДИ

На фотографии, приведенной ниже, изображены статуи, называемые Кариатидами, которые были возведены в Акрополе в Афинах более 2500 лет назад. Статуи были изваяны из горной породы, которая называется мрамором. Мрамор состоит из карбоната кальция.



В 1980 году подлинные статуи были перенесены в музей Акрополя, а их заменили копиями. Подлинные статуи были разъедены кислотными дождями.

## Вопрос 4: КИСЛОТНЫЕ ДОЖДИ

До погружения на ночь в уксус кусочек мрамора имел массу 2,0 г. На следующий день этот кусочек вынимают из уксуса и высушивают. Какова будет масса высушенного кусочка мрамора?

- A. Меньше, чем 2,0 г
- B. Точно 2,0 г
- C. Между 2,0 г и 2,4 г
- D. Больше, чем 2,4 г

## КИСЛОТНЫЕ ДОЖДИ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 4

**Ответ принимается полностью**

Код 1: А. Меньше, чем 2,0 г

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

## Вопрос 5: КИСЛОТНЫЕ ДОЖДИ

Учащиеся, которые проводили этот эксперимент, поместили на ночь кусочки мрамора также в чистую (дистиллированную) воду.

Объясните, для чего учащиеся включили этот опыт в свой эксперимент.

.....

.....

.....

.....

## **КИСЛОТНЫЕ ДОЖДИ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 5**

### ***Ответ принимается полностью***

Код 2: В ответе демонстрируется, что кислота (уксус) является обязательным условием для протекания реакции.

- Для того чтобы убедиться в том, что для этой реакции дождевая вода должна быть кислотной (как и в кислотном дожде), и что с обычной водой реакции не будет.
- Для того чтобы посмотреть, есть ли другие причины для образования изъязнов в кусочках мрамора.
- Потому что он показывает, что кусочки мрамора не реагируют с любой жидкостью, так как вода является нейтральной.

### ***Ответ принимается частично***

Код 1: В ответе демонстрируется, что данный опыт проведен для сравнения с опытом между уксусом и мрамором, но из ответа не ясно, что это сделано для того, чтобы показать, что кислота (уксус) является обязательным условием для протекания реакции.

- Для того чтобы сравнить с результатом в другой колбе.
- Посмотреть, изменятся ли кусочки мрамора в чистой воде.
- Учащиеся включили этот опыт, чтобы показать, что происходит, если нормальный дождь попадает на мрамор.
- Потому что дистиллированная вода не является кислотой.
- Для контроля.
- Для того чтобы посмотреть, будет ли различие между нормальной водой и водой, содержащей кислоту (уксус).

### ***Ответ не принимается***

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

# ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

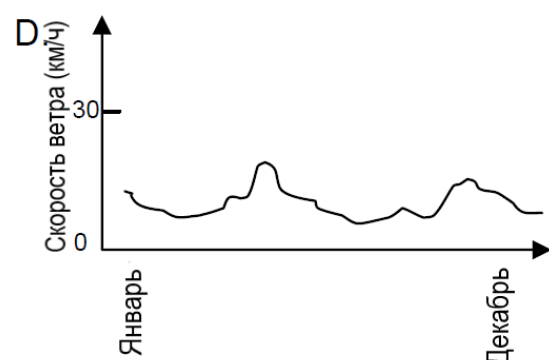
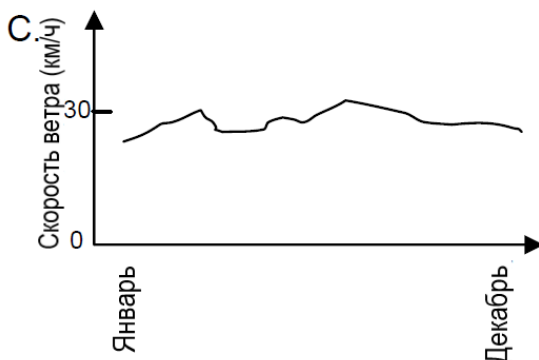
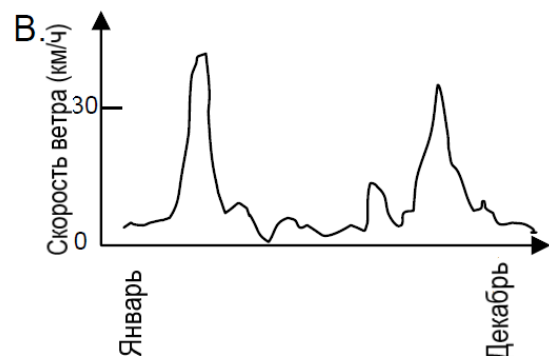
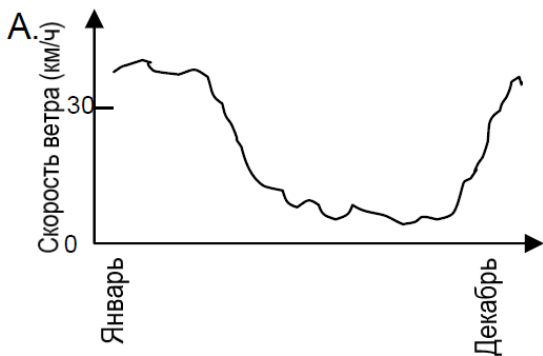
Многие верят, что в будущем в качестве источников энергии для производства электричества вместо нефти и угля будут использоваться ветроустановки. Механизмы, продемонстрированные на картинке ниже, представляют собой ветряные мельницы с лопастями, приводимыми в движение ветром. Данные вращения производят электричество при помощи генераторов, которые активируются ветряными мельницами.



Ветроэлектростанция

## Вопрос 1: ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Графики ниже демонстрируют среднюю скорость ветра в четырех разных местностях в течение года. На каком из графиков указано самое подходящее место для установки ветроэлектростанции с целью производства электричества?



## ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1

*Ответ принимается полностью*

Код 1: C

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

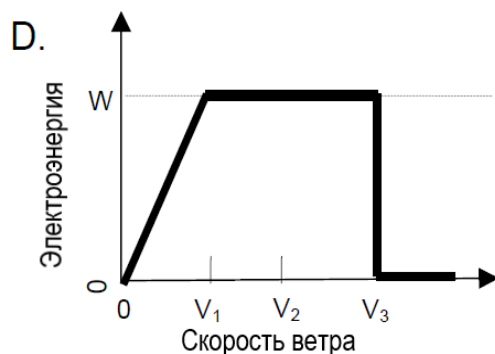
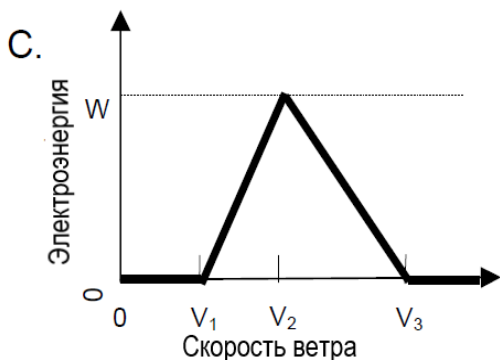
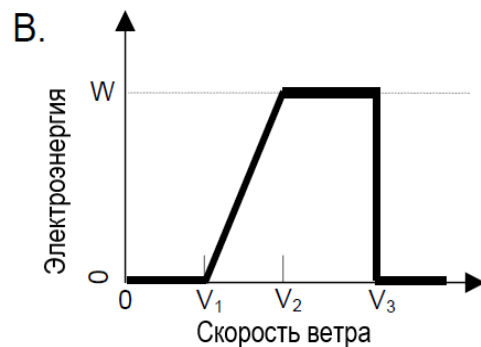
Код 9: Ответ отсутствует.

## Вопрос 2: ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Чем сильнее ветер, тем быстрее скорость вращения лопастей и мощнее производство электроэнергии. Однако в реальной ситуации прямое отношение между скоростью ветра и электроэнергией отсутствует. Ниже перечислены четыре необходимые условия работы при генерации электроэнергии на реальной ветроэлектростанции.

- Лопасты ветряной мельницы начинают вращаться, когда скорость ветра достигает  $V_1$ .
- Производство электроэнергии достигает максимума ( $W$ ), когда скорость ветра равняется  $V_2$ .
- В целях безопасности лопасты не могут достичь скорости, превышающей ту, которую они развивают при скорости ветра равной  $V_2$ .
- Лопасты прекращают вращение при скорости ветра равной  $V_3$ .

Какой из графиков наиболее точно показывает отношение между скоростью ветра и производством электроэнергии в рамках данных условий работы?



## ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 2

**Ответ принимается полностью**



Код 1: В

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

### **Вопрос 3: ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ**

Чем больше высота, тем медленнее вращение лопастей ветряных мельниц при неизменной скорости ветра.

Какое из утверждений наилучшим образом обосновывает медленное вращение лопастей ветряных мельниц в более высокой местности при неизменной скорости ветра?

- A. Плотность воздуха уменьшается по мере увеличения высоты.
- B. Температура снижается по мере увеличения высоты.
- C. Сила притяжения уменьшается по мере увеличения высоты.
- D. В более высокой местности чаще идут дожди.

### **ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 3**

**Ответ принимается полностью**

Код 1: А. Плотность воздуха уменьшается по мере увеличения высоты.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

### **Вопрос 4: ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ**

Приведите одно значимое достоинство и один значимый недостаток использования ветряной энергии для производства электричества в сравнении с использованием ископаемого топлива, например, угля и нефти.

Достоинство: .....

.....

Недостаток: .....

.....

### **ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 4**

**Ответ принимается полностью**

Код 2: Приводится одно **значимое** достоинство и один **значимый** недостаток.

**Комментарий по оценке:** возможно, затраты на ветряные мельницы могут быть восприняты как преимущество или недостаток в зависимости от рассматриваемого аспекта (например, организационные расходы или текущие расходы). Таким образом, упоминание «стоимости»

без последующего объяснения является недостаточным для определения того, является это достоинством или же недостатком.

[Достоинство]

- Не осуществляется выброс углекислого газа (CO<sub>2</sub>).
- Не потребляет ископаемые виды топлива.
- Ресурс ветряной энергии неиссякаем.
- После установки ветрогенератора стоимость генерации электроэнергии становится меньше.
- Отсутствие отходов и/или токсичных веществ.
- Использование природных сил или экологически чистой энергии.
- Является довольно экологически безопасным и имеет большой период длительности.

[Недостаток]

- Генерация по мере необходимости невозможна. *[Так как скорость ветра нельзя контролировать.]*
- Ограниченное количество действительно хороших мест для размещения ветряных мельниц.
- Ветряная мельница может быть повреждена слишком сильным порывом ветра.
- Объем энергии, производимый каждой ветряной мельницей, достаточно мал.
- В некоторых случаях может присутствовать шумовое загрязнение.
- Иногда птицы попадают в винты мельницы и погибают.
- Изменение пейзажа *[Визуальное загрязнение окружающей среды]*.
- Процесс установки довольно дорогостоящий.

### **Ответ принимается частично**

Код 1: Приводится либо достоинство, либо недостаток (как показано в примерах к полному ответу), но не оба.

### **Ответ не принимается**

Код 0: Не представлено ни достоинство, ни недостаток. Отдельные примеры неприемлемых достоинств и недостатков представлены ниже.

- Подходит для окружающей среды или природного мира. *[Данный ответ является общим оценочным суждением.]*
- Оказывает плохое воздействие на окружающую среду или природный мир.
- Стоимость построения ветроэлектростанции намного ниже, чем стоимость построения электростанции на ископаемом топливе. *[Данное утверждение упускает тот факт, что для генерации объема энергии, производимого электростанцией на ископаемом топливе, необходимо будет построить большее количество ветроэлектростанций.]*
- Стоимости будут различны.

Код 9: Ответ отсутствует.

# БОЛЬШАЯ ОПЕРАЦИЯ

Большие операции, проводимые в специально оборудованных операционных, осуществляются для лечения множества болезней.



## Вопрос 1: БОЛЬШАЯ ОПЕРАЦИЯ

Во время больших операций пациентам вводится наркоз для того, чтобы они не чувствовали никакой боли. Наркоз – это чаще всего газ, вводимый через маску, покрывающую нос и рот.

Задействованы ли следующие антропогенные системы в процессе действия наркоза? Обведите «Да» или «Нет» для каждой системы.

Задействованы ли следующие антропогенные системы в процессе действия наркоза?	Да или Нет?
Пищеварительная система	Да / Нет
Нервная система	Да / Нет
Дыхательная система	Да / Нет

## БОЛЬШАЯ ОПЕРАЦИЯ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1

**Ответ принимается полностью**

Код 1: Три правильных ответа в следующем порядке: Нет, Да, Да.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

## **Вопрос 2: БОЛЬШАЯ ОПЕРАЦИЯ**

Объясните, почему хирургические инструменты, используемые в операционных, подвергаются стерилизации.

.....

.....

.....

### **БОЛЬШАЯ ОПЕРАЦИЯ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 2**

#### ***Ответ принимается полностью***

Код 21: Упоминается как необходимость убедиться в отсутствии бактерий/микробов на инструментах, ТАК И то, что стерилизация предотвращает распространение болезней.

- Для того чтобы предотвратить попадание бактерий в организм и инфицирование пациента.
- Для того чтобы ни один микроб не попал в организм другого человека, которому тоже делают операцию.

#### ***Ответ принимается частично***

Код 12: Упоминается необходимость убедиться в отсутствии бактерий/микробов на инструментах, НО не то, что стерилизация предотвращает распространение болезней.

- Для того чтобы убить микробы на них.

Код 11: Упоминается то, что стерилизация предотвращает распространение болезней, НО не необходимость убедиться в отсутствии бактерий/микробов на инструментах.

- Для того чтобы пациент не был инфицирован.
- Для предотвращения распространения болезни.

#### ***Ответ не принимается***

Код 01: Другие ответы.

- Для поддержания их чистоты.
- Потому что пациенты довольно уязвимы во время операции.

Код 99: Ответ отсутствует.

## **Вопрос 3: БОЛЬШАЯ ОПЕРАЦИЯ**

У пациентов могут быть трудности с принятием пищи и воды после операции, поэтому им ставят капельницу (инфузионный раствор), которая содержит воду, сахар и минеральные соли. Иногда в капельницу добавляют антибиотики и транквилизаторы.

С какой целью сахар добавляют в капельницу?

А. Чтобы избежать обезвоживания.

- В. Чтобы контролировать послеоперационные боли.
- С. Чтобы лечить послеоперационные инфекции.
- Д. Чтобы предоставить необходимые питательные вещества.

**БОЛЬШАЯ ОПЕРАЦИЯ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 3**

**Ответ принимается полностью**

Код 1: D. Чтобы предоставить необходимые питательные вещества.

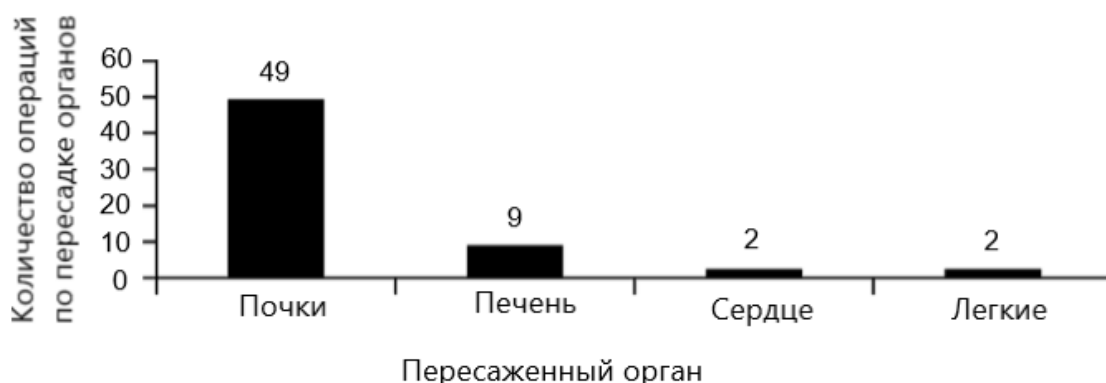
**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

**Вопрос 4: БОЛЬШАЯ ОПЕРАЦИЯ**

Пересадка органов подразумевает большие серьезные операции, которые становятся все более и более распространенными. На диаграмме ниже дано количество операций по пересадке органов, проведенных в 2003 году в одной больнице.



Могут ли быть сделаны данные выводы **на основе графика выше**? Обведите «Да» или «Нет» для каждого вывода.

Может ли быть сделан данный вывод на основе графика?	Да или Нет?
При пересадке легких сердце также нужно пересаживать.	Да / Нет
Почки – самый главный орган в организме человека.	Да / Нет
Большинство пациентов, прошедшие операцию по пересадке органов, страдали от заболевания почек.	Да / Нет

**БОЛЬШАЯ ОПЕРАЦИЯ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 4**

**Ответ принимается полностью**

Код 1: Три правильных ответа в следующем порядке: Нет, Нет, Да.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

**Вопрос 10N: БОЛЬШАЯ ОПЕРАЦИЯ**

Насколько вам интересна следующая информация?

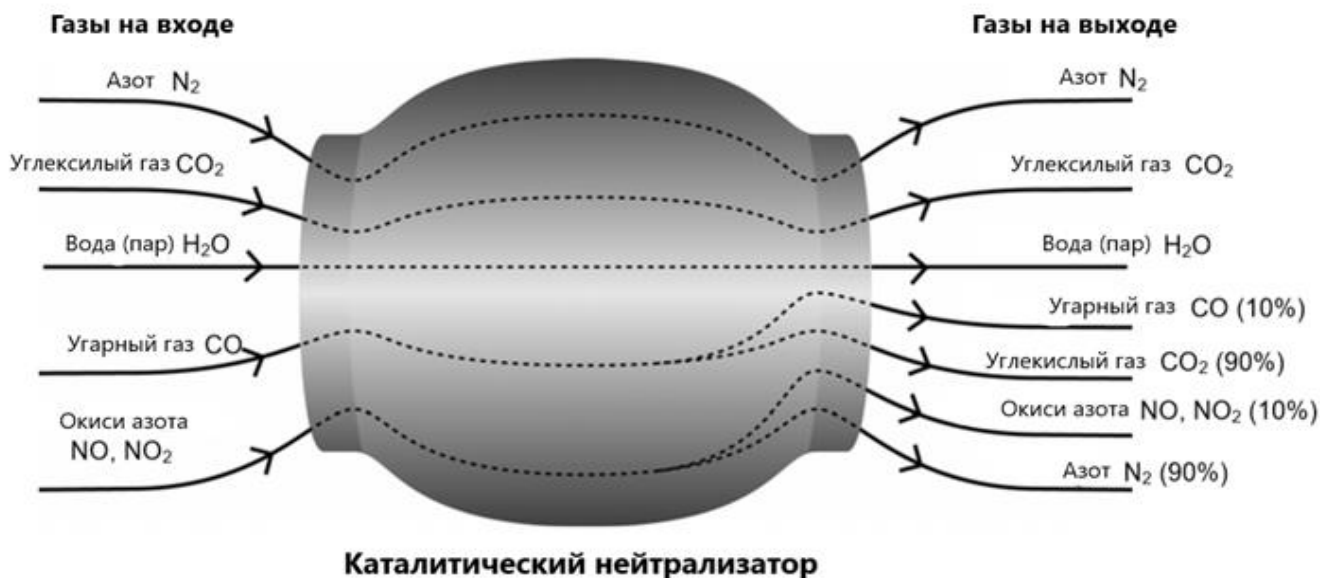
*Отметьте только один вариант ответа в каждом ряду.*

	<i>Очень интересно</i>	<i>Средний интерес</i>	<i>Почти не интересно</i>	<i>Неинтересно</i>
А. Изучение того, каким образом инструменты стерилизуются	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
В. Получение информации о том, какие виды наркоза используются	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
С. Понимание того, как контролируется уровень сознания пациента во время операции	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

# КАТАЛИТИЧЕСКИЙ НЕЙТРАЛИЗАТОР

Многие современные машины оснащены каталитическим нейтрализатором, который делает выхлопные газы менее вредными для людей и окружающей среды.

Около 90% вредных газов становятся менее вредными. Ниже представлены некоторые газы, которые поступают в нейтрализатор и то, как они из него выходят.



## Вопрос 1: КАТАЛИТИЧЕСКИЙ НЕЙТРАЛИЗАТОР

Используя информацию на рисунке выше, приведите **пример** того, как каталитический нейтрализатор делает выхлопные газы менее вредными.

## КАТАЛИТИЧЕСКИЙ НЕЙТРАЛИЗАТОР: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1

### Ответ принимается полностью

Код 1: Упомянется переход угарного газа или окисей азота в другие соединения.

- Угарный газ превращается в углекислый газ.
- Окиси азота переходят в азот.
- Он делает вредные газы менее вредными. Например, из  $CO$  делает  $CO_2$  (90%).
- Углекислый газ и азот не так вредны как угарный газ и окиси азота.

### Ответ не принимается

Код 0: Другие ответы.

- Газы становятся менее вредными.
- Он очищает угарный газ и окиси азота. [Примечание: Недостаточно конкретно.]

Код 9: Ответ отсутствует.

## Вопрос 2: КАТАЛИТИЧЕСКИЙ НЕЙТРАЛИЗАТОР

В каталитическом нейтрализаторе с газами происходят изменения. Объясните, что происходит с **атомами** И **молекулами**.

.....

.....

.....

.....

## КАТАЛИТИЧЕСКИЙ НЕЙТРАЛИЗАТОР: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 2

### **Ответ принимается полностью**

Код 2: Выражена важная мысль о том, что атомы перестраиваются для формирования других молекул, используются **оба** этих слова.

- Молекулы распадаются, и атомы перестраиваются для формирования иных молекул.
- Атомы перестраиваются для создания других молекул.

### **Ответ принимается частично**

Код 1: Выражена важная мысль о перестановке, но не упоминаются и атомы, и молекулы ИЛИ не показана четкая граница между ролями атомов и молекул.

- Атомы перестраиваются для создания других веществ.
- Молекулы превращаются в другие молекулы.
- Атомы и молекулы соединяются и разделяются для того, чтобы создать более безвредные газы. [Примечание: недостаточно объяснено различие ролей атомов и молекул.]
- $2(\text{NO}_2) = \text{N}_2 + 2\text{O}_2$ .

### **Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

- Углекислый газ превращается в угарный газ.
- Молекулы разлагаются на атомы. [Примечание: Не указано, что атомы перестраиваются.]

Код 9: Ответ отсутствует.

## Вопрос 4: КАТАЛИТИЧЕСКИЙ НЕЙТРАЛИЗАТОР

Изучите газы, выделяемые каталитическим нейтрализатором. Какова одна из проблем, которую инженеры и ученые, работающие над каталитическим нейтрализатором, должны решить, чтобы он производил меньше вредных выхлопных газов?

.....

.....

## КАТАЛИТИЧЕСКИЙ НЕЙТРАЛИЗАТОР: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 4

### **Ответ принимается полностью**

Код 1: Подходящие ответы должны быть связаны с сокращением количества вредных газов, поступающих в атмосферу.

- Не весь угарный газ превращается в углекислый газ.
- Недостаточное количество окисей азота переходят в азот.



- Надо увеличить процент угарного газа, который превращается в углекислый газ, и процент окисей азота, которые переходят в азот.
- Производимый углекислый газ должен быть сдержан, а не выделен в атмосферу.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

- Более сложный переход вредных газов в менее вредные. *[Как минимум один вредный выхлопной газ должен быть упомянут.]*
- Они должны постараться сократить число выпускаемых вредных газов.
- Они должны найти способ повторного использования вредных выхлопных газов.
- Они должны попробовать создать машину, которая ездит на ином жидком топливе.

Код 9: Ответ отсутствует.

**Вопрос 10N: КАТАЛИТИЧЕСКИЙ НЕЙТРАЛИЗАТОР**

Насколько вам интересна следующая информация?

*Отметьте только один вариант ответа в каждом ряду.*

	<i>Очень интересно</i>	<i>Средний интерес</i>	<i>Почти не интересно</i>	<i>Неинтересно</i>
A. Знание того, как виды машинного топлива отличаются количеством производимых токсичных газов	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B. Более глубокое понимание работы каталитического нейтрализатора	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C. Получение информации о машинах, которые не выделяют токсичные выхлопные газы	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

# РИСК ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ?

Представьте, что вы живете рядом с большим химическим заводом, который производит сельскохозяйственные удобрения. В последние годы было несколько случаев, когда люди на данной территории страдали от длительных проблем с дыханием. Многие местные считают, что все симптомы вызваны выделением токсичных газов с завода.

Было проведено общественное заседание с целью обсуждения возможной опасности химического завода для здоровья местных жителей. Ученые сделали следующие заявления.

## ***Заявление ученых, представляющих интересы химического завода***

*«Мы изучили токсичность почвы на данной территории. Мы не обнаружили ни единого следа токсических веществ в отобранных образцах».*

## ***Заявление ученых, представляющих интересы обеспокоенных граждан***

*«Мы рассмотрели несколько случаев длительных проблем с дыханием на данной территории и сравнили их с подобными случаями у людей, проживающих на территории, расположенной вдалеке от химического завода. Инцидентов с заболеваниями намного больше на приближенной территории».*

## **Вопрос 1: РИСК ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ?**

Владелец химического завода использовал заявление ученых его завода для того, чтобы подтвердить, что «выхлопные газы с завода не являются риском для здоровья местных жителей».

Приведите одно доказательство, помимо уже имеющегося заявления ученых, представляющих интересы обеспокоенных граждан, **подвергающее сомнению** тот факт, что заявление ученых завода подтверждает аргумент владельца.

.....  
.....

## **РИСК ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ?: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1**

### ***Ответ принимается полностью***

Код 1: Дано подходящее обоснование, подвергающее сомнению тот факт, что заявление ученых, представляющих интересы завода, подтверждает аргумент владельца.

- Вещество, вызывающее проблемы с дыханием, могло не рассматриваться как токсичное.
- Проблемы с дыханием могли быть вызваны химикатами в воздухе, а не в почве.
- Токсичные вещества могут изменяться/распадаться в течение времени и появляться в качестве нетоксичных веществ в почве.
- Нельзя быть полностью уверенным, что образцы представляют всю данную территорию.
- Так как компания платит ученым.
- Ученые боялись потерять свою работу.

### ***Ответ не принимается***

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

### Вопрос 3: РИСК ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ?

Ученые, представляющие интересы обеспокоенных граждан, сравнили количество долговременных проблем с дыханием у людей, проживающих у химического завода, с людьми на отдаленных от завода территориях.

Опишите одно различие между двумя территориями, которое может показать, что сравнение не было достаточно обоснованным.

.....  
.....

### РИСК ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ?: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 3

#### **Ответ принимается полностью**

Код 1: Ответы должны быть сосредоточены на возможных важных различиях между исследуемыми территориями.

- Количество людей на двух территориях может быть разным.
- На одной территории может быть более качественное медицинское обслуживание.
- На двух территориях может быть разное соотношение пожилых людей.
- На другой территории могут быть другие загрязнители воздуха.

#### **Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

- Различия между территориями могут быть значительными.

Код 9: Ответ отсутствует.

### Вопрос 10N: РИСК ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ?

Насколько вам интересна следующая информация?

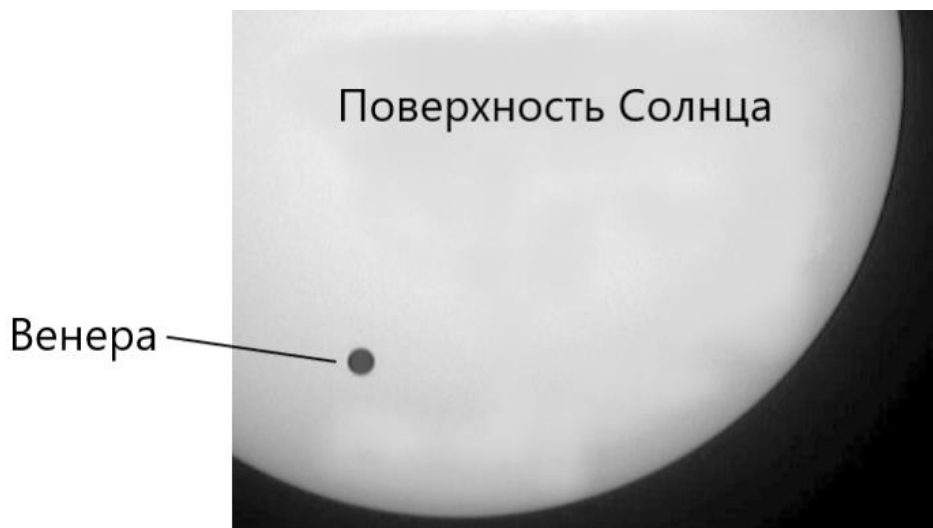
*Отметьте только один вариант ответа в каждом ряду.*

	<i>Очень интересно</i>	<i>Средний интерес</i>	<i>Почти не интересно</i>	<i>Неинтересно</i>
А. Получение более глубоких знаний о химическом составе сельскохозяйственных удобрений	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
В. Понимание того, что происходит с токсичными газами, выделяемыми в атмосферу	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
С. Изучение респираторных заболеваний, которые могут быть вызваны химическими выбросами	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## ПРОХОЖДЕНИЕ ВЕНЕРЫ ПО ДИСКУ СОЛНЦА

8 июня 2004 года мы могли наблюдать, как планета Венера проходит перед Солнцем, что было видно во многих местах на Земле. Данное явление называется «прохождением» Венеры и случается, когда ее орбита находится между Солнцем и Землей. Предыдущее прохождение Венеры произошло в 1882 году, а следующее прогнозируется на 2012 год.

Ниже представлено изображение прохождения Венеры по диску Солнца в 2004 году. Телескоп был направлен на Солнце, а изображение было спроецировано на белую карту.



### Вопрос 1: ПРОХОЖДЕНИЕ ВЕНЕРЫ ПО ДИСКУ СОЛНЦА

Почему наблюдение за прохождением осуществлялось посредством проецирования изображения на белую карту, а не через прямое наблюдение через телескоп?

- A. Свет Солнца был слишком ярким для того, чтобы разглядеть Венеру.
- B. Солнце и так достаточно большое, поэтому его можно увидеть без увеличения.
- C. Наблюдение за Солнцем через телескоп может навредить глазам.
- D. Изображение нужно было уменьшить путем его проецирования на карту.

### ПРОХОЖДЕНИЕ ВЕНЕРЫ ПО ДИСКУ СОЛНЦА: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1

**Ответ принимается полностью**

Код 1: C. Наблюдение за Солнцем через телескоп может навредить глазам.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

### Вопрос 2: ПРОХОЖДЕНИЕ ВЕНЕРЫ ПО ДИСКУ СОЛНЦА

Прохождение по диску Солнца какой из следующих планет можно наблюдать с Земли в некоторые промежутки времени?

- A. Меркурий

- B. Марс
- C. Юпитер
- D. Сатурн

**ПРОХОЖДЕНИЕ ВЕНЕРЫ ПО ДИСКУ СОЛНЦА: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 2**

***Ответ принимается полностью***

Код 1: А. Меркурий

***Ответ не принимается***

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

**Вопрос 4: ПРОХОЖДЕНИЕ ВЕНЕРЫ ПО ДИСКУ СОЛНЦА**

Несколько слов были подчеркнуты в следующем утверждении.

Астрономы предсказывают, что, как уже показал Нептун, прохождение Сатурна вдоль поверхности Солнца произойдет позже в нашем веке.

Какие **три** из подчеркнутых слов будут наиболее полезными при Интернет-поиске или при поиске в библиотеке для нахождения информации о том, когда произойдет данное прохождение?

.....  
.....  
.....

**ПРОХОЖДЕНИЕ ВЕНЕРЫ ПО ДИСКУ СОЛНЦА: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 4**

***Ответ принимается полностью***

Код 1: Ответы, которые содержат только слова прохождение/Нептун/Сатурн.

- Сатурна/Нептун/прохождение.

***Ответ не принимается***

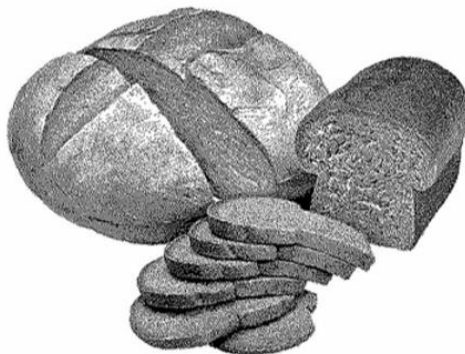
Код 0: Другие ответы, включая те, которые содержат 4 слова.

- Прохождение/Сатурна/Солнца/Нептун.
- Астрономы/прохождение/Сатурна/Нептун.

Код 9: Ответ отсутствует.

# ТЕСТО

Чтобы сделать тесто для хлеба, повар смешивает муку, воду, соль и дрожжи. После смешивания тесто помещается в контейнер на несколько часов для запуска процесса брожения. В процессе брожения в тесте происходит химическое изменение: дрожжи (одноклеточные грибы) помогают трансформировать крахмал и сахар в муке в углекислый газ и алкоголь.



## Вопрос 1: ТЕСТО

Брожение является причиной поднятия теста. Почему тесто поднимается?

- A. Тесто поднимается, потому что производится алкоголь и превращается в газ.
- B. Тесто поднимается, потому что в нем размножаются одноклеточные грибы.
- C. Тесто поднимается, потому что в нем вырабатывается углекислый газ.
- D. Тесто поднимается, потому что брожение превращает воду в пар.

## ТЕСТО: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1

**Ответ принимается полностью**

Код 1: С. Тесто поднимается, потому что в нем вырабатывается углекислый газ.

**Ответ не принимается**

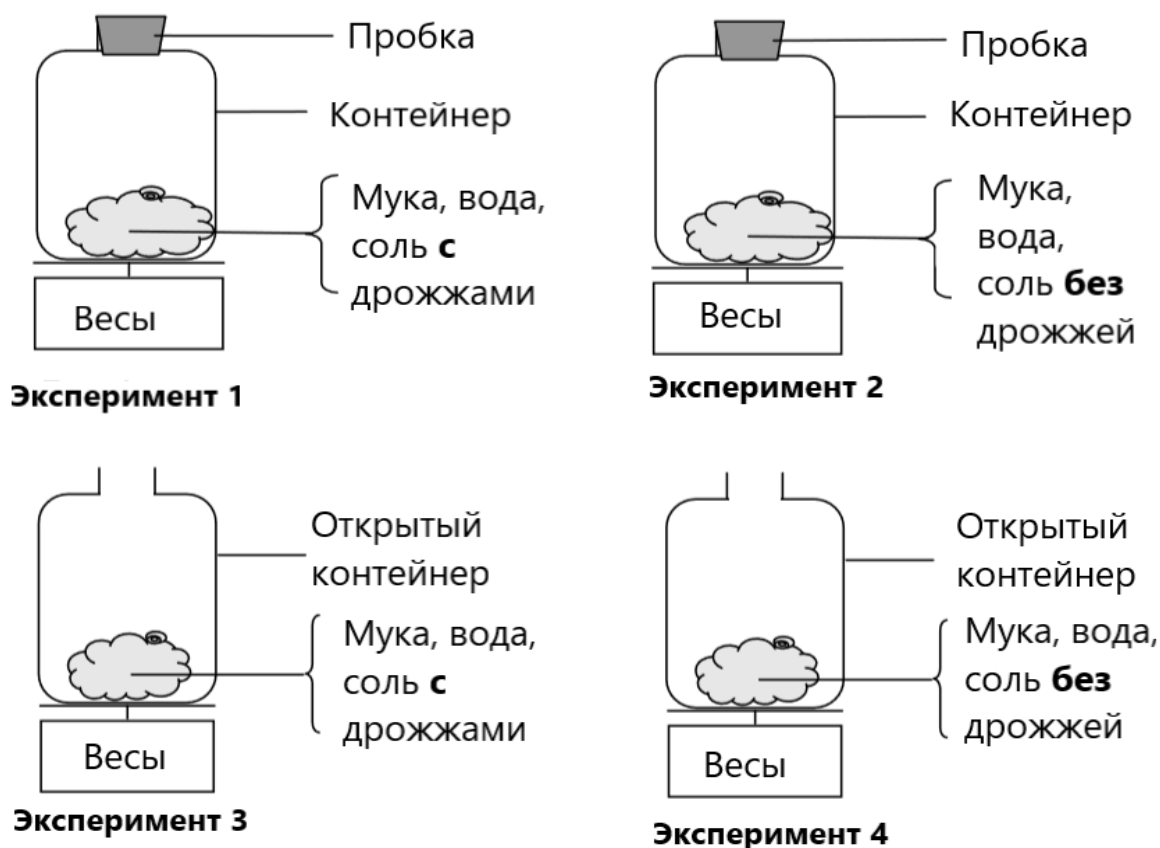
Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

## Вопрос 2: ТЕСТО

Через несколько часов после замешивания теста повар взвешивает его и видит, что его вес уменьшился.

Вес теста одинаков в начале каждого из четырех экспериментов, показанных ниже. Какие **два** эксперимента повар должен сравнить для проверки того, являются ли **дрожжи** причиной уменьшения веса?



- A. Повар должен сравнить эксперименты 1 и 2.
- B. Повар должен сравнить эксперименты 1 и 3.
- C. Повар должен сравнить эксперименты 2 и 4.
- D. Повар должен сравнить эксперименты 3 и 4.

#### ТЕСТО: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 2

**Ответ принимается полностью**

Код 1: D. Повар должен сравнить эксперименты 3 и 4.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

#### Вопрос 3: ТЕСТО

В тесте дрожжи помогают трансформировать крахмал и сахар в муке. Происходит химическая реакция, во время которой формируются углекислый газ и алкоголь.

Откуда возникают **атомы углерода**, которые содержатся в углекислом газе и алкоголе? Обведите «Да» или «Нет» для каждого из следующих возможных объяснений.

Является ли данное объяснение ответом на вопрос: откуда возникают атомы углерода, которые содержатся в углекислом газе и алкоголе?	Да или Нет?
Некоторые атомы углерода возникают из сахара.	Да / Нет
Некоторые атомы углерода являются частью молекул соли.	Да / Нет
Некоторые атомы углерода возникают из воды.	Да / Нет

### ТЕСТО: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 3

#### **Ответ принимается полностью**

Код 1: Три правильных ответа в следующем порядке: Да, Нет, Нет.

#### **Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

### Вопрос 4: ТЕСТО

Когда поднятое (забродившее) тесто помещают в духовку для выпекания, скопления газов и паров в тесте увеличиваются в размере.

Почему скопления газов и паров увеличиваются при нагревании?

- A. Их молекулы становятся больше.
- B. Их молекулы двигаются быстрее.
- C. Число их молекул увеличивается.
- D. Их молекулы реже сталкиваются.

### ТЕСТО: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 4

#### **Ответ принимается полностью**

Код 1: B. Их молекулы двигаются быстрее.

#### **Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

### Вопрос 10S: ТЕСТО

Насколько вы согласны со следующим утверждением?

*Отметьте только один вариант ответа в каждом ряду.*



*Очень  
интересно*      *Средний  
интерес*      *Почти не  
интересно*      *Неинтересно*

А. Я бы больше полагался(ась)  
на научный доклад, а не на  
объяснение уменьшения веса  
теста, данное пекарем

В. Химический анализ – лучший  
способ определить продукты  
брожения

С. Исследование изменений,  
происходящих при  
приготовлении еды,  
действительно важно

# ЭВОЛЮЦИЯ

На сегодняшний день большинство лошадей находятся в хорошем состоянии и могут бегать действительно быстро.

Ученые обнаружили окаменелые скелеты животных, напоминающих лошадей. Они считают их предками современных лошадей. Учеными также был определен период жизни данных животных.

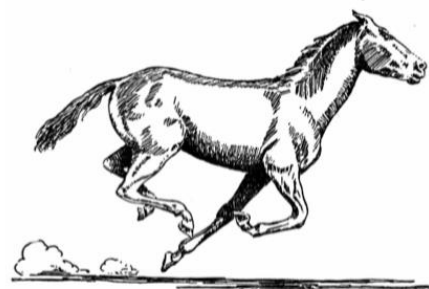



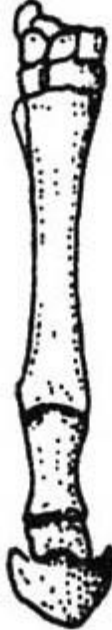


Таблица ниже предоставляет информацию о трех представителях данных окаменелостей и о современной лошади.

НАЗВАНИЕ ЖИВОТНОГО:	ГИРАКОТЕРИИ	МЕЗОГИППУСЫ	МЕРИГИППУСЫ	СОВРЕМЕННАЯ ЛОШАДЬ
Период существования:	55-50 миллионов лет назад	39-31 миллион лет назад	19-11 миллионов лет назад	2 миллиона лет назад – наши дни
Скелет ноги (тот же масштаб):				

## Вопрос 1: ЭВОЛЮЦИЯ

Какая информация **в таблице** является основательным доказательством того, что современные лошади произошли от трех указанных животных?

.....

.....

.....

## ЭВОЛЮЦИЯ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1

### **Ответ принимается полностью**

Код 1: Ответы, которые затрагивают постепенное изменение (развитие) структуры скелета ноги с течением времени.

- Скелеты ноги достаточно похожи, они постепенно изменились.
- Пальцы срослись в период 55-2 миллиона лет назад.
- Количество пальцев сократилось.

### **Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

- Нога изменилась. [Примечание: Недостаточно точно.]
- Они называются Гиппусы.
- Генетические мутации вызвали трансформации. [Примечание: Верно, но не является ответом на вопрос.]
- Кости ног похожи. [Примечание: Необходимо упомянуть или намекнуть на «постепенное изменение».]

Код 9: Ответ отсутствует.

## Вопрос 2: ЭВОЛЮЦИЯ

Какие последующие исследования могут быть проведены для определения того, как лошади развивались с течением времени?

Обведите «Да» или «Нет» для каждого из следующих возможных объяснений.

Данные исследования помогут в определении развития лошадей с течением времени?	Да или Нет?
Сравнение числа лошадей, живущих в различные периоды.	Да / Нет
Поиск скелетов, принадлежащих предкам лошади, которые жили 50-40 миллионов лет назад.	Да / Нет

## ЭВОЛЮЦИЯ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 2

### **Ответ принимается полностью**

Код 1: Два правильных ответа в следующем порядке: Нет, Да.

### **Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

## Вопрос 3: ЭВОЛЮЦИЯ

Какое из утверждений в наибольшей степени применимо к научной теории эволюции?

А. Теория является маловероятной, так как невозможно отследить изменение видов.

- B. Теория эволюции возможна для животных, но не применима к людям.
- C. Эволюция – это научная теория, которая в настоящее время строится на многочисленных доказательствах.
- D. Эволюция – это теория, которая была доказана с помощью научных экспериментов.

**ЭВОЛЮЦИЯ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 3**

***Ответ принимается полностью***

Код 1: C. Эволюция – это научная теория, которая в настоящее время строится на многочисленных доказательствах.

***Ответ не принимается***

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

**Вопрос 10N: ЭВОЛЮЦИЯ**

Насколько вам интересна следующая информация?

*Отметьте только один вариант ответа в каждом ряду.*

	<i>Очень интересно</i>	<i>Средний интерес</i>	<i>Почти не интересно</i>	<i>Неинтересно</i>
A. Знание того, как определить и обнаружить окаменелости	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B. Более глубокое изучение теории эволюции	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C. Лучшее понимание эволюции современной лошади	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

# БЛЕСК ДЛЯ ГУБ

Таблица ниже содержит два разных рецепта для косметики, которую вы можете сделать сами.

Губная помада тверже мягкого блеска для губ.

Блеск для губ	Губная помада
<b>Ингредиенты:</b> 5 г касторового масла 0,2 г пчелиного воска 0,2 г пальмового воска 1 чайная ложка красителя 1 капля вкусовых добавок	<b>Ингредиенты:</b> 5 г касторового масла 1 г пчелиного воска 1 г пальмового воска 1 чайная ложка красителя 1 капля вкусовых добавок
<b>Инструкции:</b> Нагревайте масло и воск в контейнере, размещенном в горячей воде, до получения однородной смеси. Затем добавьте краситель и вкусовые добавки и перемешайте.	<b>Инструкции:</b> Нагревайте масло и воск в контейнере, размещенном в горячей воде, до получения однородной смеси. Затем добавьте краситель и вкусовые добавки и перемешайте.

## Вопрос 1: БЛЕСК ДЛЯ ГУБ

В процессе приготовления блеска для губ и губной помады смешивают масло и воск. Краситель и вкусовые добавки добавляются позже.

Губная помада, созданная по рецепту, довольно тяжелая и сложна в использовании. Как бы вы изменили пропорции ингредиентов, чтобы сделать губную помаду более мягкой и легкой?

.....

.....

.....

## БЛЕСК ДЛЯ ГУБ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1

### **Ответ принимается полностью**

Код 1: Ответы, указывающие на использование меньшего количества воска И/ИЛИ большего количества масла.

- Можно использовать немного меньше пчелиного или пальмового воска.
- Добавить больше касторового масла.
- Добавить 7 г масла.

### **Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

- Нагревать смесь дольше, чтобы смягчить ее.
- Не нагревать воск так сильно. *[В вопросе спрашивается об изменении пропорций ингредиентов.]*

Код 9: Ответ отсутствует.

### **Вопрос 2: БЛЕСК ДЛЯ ГУБ**

Масла и воск – вещества, которые хорошо смешиваются. Масла не смешиваются с водой, а воск не растворяется в воде.

Что из следующего произойдет с большей вероятностью, если добавить большое количество воды в смесь губной помады во время ее нагревания?

- A. Получится более легкая и мягкая смесь.
- B. Смесь станет тверже.
- C. Смесь едва ли поменяется.
- D. Маслянистые куски смеси будут плавать на воде.

### **БЛЕСК ДЛЯ ГУБ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 2**

***Ответ принимается полностью***

Код 1: D. Маслянистые куски смеси будут плавать на воде.

***Ответ не принимается***

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

### **Вопрос 3: БЛЕСК ДЛЯ ГУБ**

При использовании веществ, называемых эмульгаторами, масла и воск могут смешиваться с водой достаточно хорошо.

Почему мыло и вода удаляют губную помаду?

- A. Вода содержит эмульгатор, который позволяет мылу и губной помаде смешиваться.
- B. Мыло действует как эмульгатор и позволяет воде и губной помаде смешиваться.
- C. Эмульгаторы в губной помаде позволяют мылу и воде смешиваться.
- D. Мыло и губная помада смешиваются для формирования эмульгатора, который смешивается с водой.

### **БЛЕСК ДЛЯ ГУБ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 3**

***Ответ принимается полностью***

Код 1: B. Мыло действует как эмульгатор и позволяет воде и губной помаде смешиваться.

***Ответ не принимается***

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

# УЛЬТРАЗВУК

Во многих странах можно получить изображение плода (развивающегося ребенка) при помощи ультразвуковой визуализации (эхографии). Ультразвук считается безопасным как для матери, так и для плода.



Врач держит датчик и двигает его по животу матери. Ультразвуковые волны передаются в живот. Внутри живота они отражаются от поверхности зародыша. Эти отражаемые волны вновь поглощаются датчиком и транслируются на машине, которая воспроизводит изображение.

## Вопрос 3: УЛЬТРАЗВУК

Для формирования изображения ультразвуковая машина должна подсчитать **расстояние** между плодом и датчиком.

Ультразвуковые волны проходят сквозь живот со скоростью 1540 м/с. Какие измерения машина должна осуществить для расчета расстояния?

.....

.....

.....

## УЛЬТРАЗВУК: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 3

### *Ответ принимается полностью*

Код 1: Она должна измерить время, затраченное ультразвуковой волной, на прохождение расстояния от зонда до поверхности зародыша и обратно.

- Время прохождения волны.
- Время.
- Время. Расстояние = скорость/время. [Примечание: Хотя формула неправильная, учащийся правильно определил «время» как отсутствующую переменную.]
- Она должна вычислить, когда ультразвук обнаружил ребенка.

### *Ответ не принимается*

Код 0: Другие ответы.

- Расстояние.

Код 9: Ответ отсутствует.

#### Вопрос 4: УЛЬТРАЗВУК

Изображение плода может быть также получено при использовании рентгеновского излучения. Однако женщинам советуют избегать рентгена живота во время беременности.

Почему женщинам **особенно** стоит избегать рентгеновского излучения области живота во время беременности?

.....

.....

.....

#### УЛЬТРАЗВУК: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 4

##### **Ответ принимается полностью**

Код 1: Рентгеновские лучи вредны для плода.

- Рентгеновские лучи повреждают плод.
- Рентгеновские лучи могут вызвать мутацию плода.
- Рентгеновские лучи могут вызвать врожденные дефекты у плода.
- Потому что ребенок может подвергнуться радиации.

##### **Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

- Рентген не дает ясное изображение плода.
- Рентген выделяет радиацию.
- Ребенок может приобрести синдром Дауна.
- Радиации вредна. [Примечание: Этого недостаточно. Возможный вред для плода (ребенка) должен быть упомянут явным образом.]
- Лучи могут затруднить последующую беременность. [Примечание: Это причина избегания чрезмерного воздействия рентгеновских лучей в целом.]

Код 9: Ответ отсутствует.

#### Вопрос 5: УЛЬТРАЗВУК

Могут ли ультразвуковые исследования беременных женщин дать ответы на следующие вопросы? Обведите «Да» или «Нет» для каждого из следующих вопросов.

Могут ли ультразвуковые исследования беременных женщин дать ответы на следующие вопросы?	Да или Нет?
Женщина беременна несколькими детьми?	Да / Нет
Какого цвета глаза ребенка?	Да / Нет
Ребенок правильного размера?	Да / Нет

#### УЛЬТРАЗВУК: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 5

##### **Ответ принимается полностью**

Код 1: Три правильных ответа в следующем порядке: Да, Нет, Да.



**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

**Вопрос 10N: УЛЬТРАЗВУК**

Насколько вам интересна следующая информация?

*Отметьте только один вариант ответа в каждом ряду.*

	<i>Очень интересно</i>	<i>Средний интерес</i>	<i>Почти не интересно</i>	<i>Неинтересно</i>
А. Понимание того, как ультразвук проникает в тело, не причиняя ему вреда	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
В. Более глубокое изучение разницы между рентгеном и ультразвуком	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
С. Получение знаний о других медицинских применениях ультразвука	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

# ЗВЕЗДНЫЙ СВЕТ

Рома любит смотреть на звезды. Однако он не может наблюдать за звездами в полной мере, так как он живет в большом городе.

В прошлом году Рома поехал в деревню, где видел огромное количество звезд, которых он не видел в городе.



## Вопрос 1: ЗВЕЗДНЫЙ СВЕТ

Почему в деревне видно намного больше звезд, чем в больших городах?

- A. Луна ярче в городах, и она перекрывает свет от многих звезд.
- B. В воздухе в деревнях намного больше пыли для отражения света, чем воздухе в городах.
- C. Яркость городских огней делает многие звезды невидимыми.
- D. Воздух теплее в городах из-за тепла, выделяемого машинами, техникой и домами.

## ЗВЕЗДНЫЙ СВЕТ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1

**Ответ принимается полностью**

Код 1: C. Яркость городских огней делает многие звезды невидимыми.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

## Вопрос 2: ЗВЕЗДНЫЙ СВЕТ

Рома использует телескоп с линзой большого диаметра, чтобы наблюдать за звездами низкой яркости.

Почему использование телескопа с линзой большого диаметра делает возможным наблюдение звезд низкой яркости?

- A. Чем больше линза, тем больше света она собирает.
- B. Чем больше линза, тем больше она увеличивает.
- C. Большие линзы позволяют видеть большую часть неба.
- D. Большие линзы могут определить темные цвета на звездах.

## ЗВЕЗДНЫЙ СВЕТ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 2

**Ответ принимается полностью**

Код 1: A. Чем больше линза, тем больше света она собирает.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

# КУРЕНИЕ ТАБАКА

Табак курят в сигаретах, сигарах и трубках. Исследование показывает, что от заболеваний, связанных с курением, погибает около 13500 людей по всему миру каждый день.

Прогнозируют, что к 2020 году заболевания, связанные с курением станут причиной 12% смертей по всему миру.

Табачный дым содержит много вредных веществ, самыми вредными из которых являются смола, никотин и угарный газ.

## Вопрос 1: КУРЕНИЕ ТАБАКА

Табачный дым вдыхается через легкие. Смола от дыма осаждается в легких, что не дает им работать правильным образом.

Какая из перечисленных функций является функцией легких?

- A. Перекачивать кровь, насыщенную кислородом, во все части тела.
- B. Передавать некоторое количество вдыхаемого кислорода в кровь.
- C. Очищать кровь путем сокращения содержания углекислого газа до нуля.
- D. Осуществлять переход молекул углекислого газа в молекулы кислорода.

## КУРЕНИЕ ТАБАКА: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1

**Ответ принимается полностью**

Код 1: B. Передавать некоторое количество вдыхаемого кислорода в кровь.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

## Вопрос 2: КУРЕНИЕ ТАБАКА

Табачное курение повышает риск рака легких и иных заболеваний.

Повышается ли риск приобретения данных заболеваний из-за табачного курения? Обведите «Да» или «Нет» для каждого случая.

Повышается ли риск приобретения данных заболеваний из-за табачного курения?	Да или Нет?
Бронхит	Да / Нет
ВИЧ/СПИД	Да / Нет
Ветряная оспа	Да / Нет

## КУРЕНИЕ ТАБАКА: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 2

**Ответ принимается полностью**

Код 1: Три правильных ответа в следующем порядке: Да, Нет, Нет.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

### Вопрос 5: КУРЕНИЕ ТАБАКА

Некоторые люди используют никотиновый пластырь для того, чтобы бросить курить. Пластырь размещается на коже и выделяет никотин в кровь. Это облегчает тягу к курению и абстинентный синдром, когда люди бросают курить.

Для изучения эффективности никотинового пластыря случайным образом отбирается группа из 100 курильщиков, которые хотят бросить курить. За группой будет вестись наблюдение в течение 6 месяцев. Эффективность никотинового пластыря будет измеряться с учетом того, сколько людей прекратили курить к концу исследования.

Что из следующего является **лучшим** планом для эксперимента?

- A. Все члены группы носят пластырь.
- B. Все носят пластырь, за исключением одного человека, который пытается бросить курить собственными усилиями.
- C. Люди сами решают, будут они носить пластырь или нет.
- D. Случайным образом отобранная половина использует пластырь, а другая нет.

### КУРЕНИЕ ТАБАКА: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 5

**Ответ принимается полностью**

Код 1: D. Случайным образом отобранная половина использует пластырь, а другая нет.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

### Вопрос 6: КУРЕНИЕ ТАБАКА

Существуют различные методы влияния на людей с целью бросить курить.

Основаны ли следующие способы взаимодействия с этой проблемой на **технологии**?

Обведите «Да» или «Нет» для каждого случая.

Основан ли данный способ борьбы с курением на технологии?	Да или Нет?
Увеличить стоимость сигарет.	Да / Нет
Производить никотиновый пластырь, чтобы помочь людям бросить курить.	Да / Нет

Запретить курение в общественных местах.	Да / Нет
------------------------------------------	----------

**КУРЕНИЕ ТАБАКА: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 6**

***Ответ принимается полностью***

Код 1: Три правильных ответа в следующем порядке: Нет, Да, Нет.

***Ответ не принимается***

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

**Вопрос 10N: КУРЕНИЕ ТАБАКА**

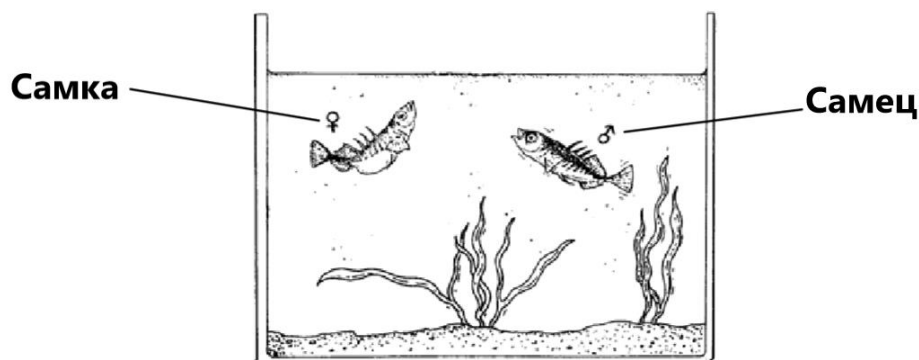
Насколько вам интересна следующая информация?

*Отметьте только один вариант ответа в каждом ряду.*

	<i>Очень интересно</i>	<i>Средний интерес</i>	<i>Почти не интересно</i>	<i>Неинтересно</i>
A. Понимание того, как смола в табаке ухудшает работу легких	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B. Понимание того, почему никотин вызывает зависимость	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C. Получение знаний о том, как организм восстанавливается после того, как человек бросил курить	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

# ПОВЕДЕНИЕ КОЛЮШКИ

Колюшка – рыба, которую достаточно легко держать в аквариуме.

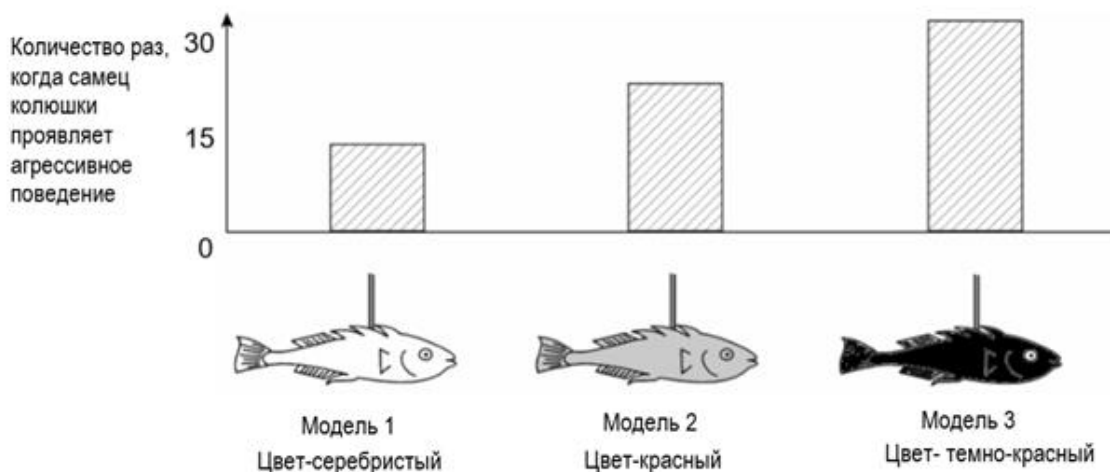


- В течение периода размножения серебристое брюхо самца колюшки окрашивается в красный цвет.
- Самец колюшки атакует любого конкурирующего самца на своей территории и пытается прогнать его.
- Если приближается серебристая самка колюшки, то самец пытается направить ее в свое гнездо для метания икры.

В эксперименте ученик хочет изучить обстоятельства, при которых самец колюшки будет демонстрировать агрессивное поведение.

Самец колюшки находится один в аквариуме ученика. Ученик сделал три восковые модели, привязанные к кускам проволоки. Он спускает их в аквариум по отдельности на одинаковый промежуток времени. Затем учащийся считает количество раз, когда самец колюшки проявляет агрессивное поведение, бросаясь на восковые фигуры.

Результаты данного эксперимента показаны ниже.



## Вопрос 1: ПОВЕДЕНИЕ КОЛЮШКИ

На какой вопрос данный эксперимент пытается дать ответ?

.....

## ПОВЕДЕНИЕ КОЛЮШКИ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1

### Ответ принимается полностью

Код 1: Какой цвет вызывает наиболее агрессивное поведение самца колюшки?

- Самец колюшки более агрессивно реагирует на красную модель или же на серебристую?
- Есть ли связь между цветом и агрессивным поведением?
- Цвет рыбы влияет на степень агрессивность самца?
- Какой цвет самец колюшки воспринимает как более угрожающий?

### Ответ не принимается

Код 0: Другие ответы, включая все ответы, которые не затрагивают *цвет* раздражителя/модели/рыбы.

- Какой цвет вызовет агрессивное поведение со стороны самца колюшки? [Примечание: Нет сравнительного аспекта.]
- Цвет самки колюшки определяет агрессивность самца? [Примечание: Первый эксперимент не связан с половой принадлежностью рыб.]
- На какую модель самец колюшки реагирует наиболее агрессивно? [Примечание: Цвет рыбы/модели должен быть упомянут отдельно.]

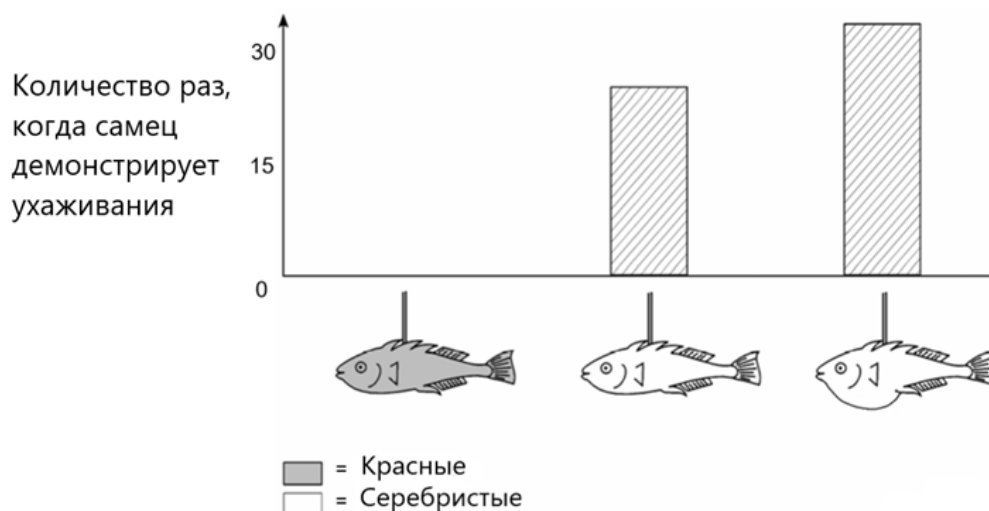
Код 9: Ответ отсутствует.

## Вопрос 2: ПОВЕДЕНИЕ КОЛЮШКИ

В течение периода размножения, если самец колюшки видит самку, он попытается привлечь ее ухаживаниями, которые выглядят как небольшой танец. Во втором эксперименте изучаются эти ухаживания.

Снова используются три восковые модели на куске проволоки. Одна – красная; две другие – серебристые, у одной из которых плоское брюхо, а у другой – круглое. Ученик считает количество раз (за определенный промежуток времени), когда самец колюшки реагирует на каждую модель, демонстрируя ухаживания.

Результаты данного эксперимента показаны ниже.



Каждый из трех учеников сделал выводы на основе результатов второго эксперимента.

Правильны ли их выводы согласно информации, представленной на диаграмме? Обведите «Да» или «Нет» для каждого случая.

Правильны ли выводы согласно информации, представленной на диаграмме?	Да или Нет?
Красный цвет способствует ухаживаниям самца колюшки.	Да / Нет
Самка с плоским брюхом вызывает больше ухаживаний со стороны самца.	Да / Нет
Самец колюшки проявляет больший интерес к самкам с круглым брюхом, а не с плоским.	Да / Нет

### ПОВЕДЕНИЕ КОЛЮШКИ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 2

**Ответ принимается полностью**

Код 1: Три правильных ответа в следующем порядке: Нет, Нет, Да.

**Ответ не принимается**

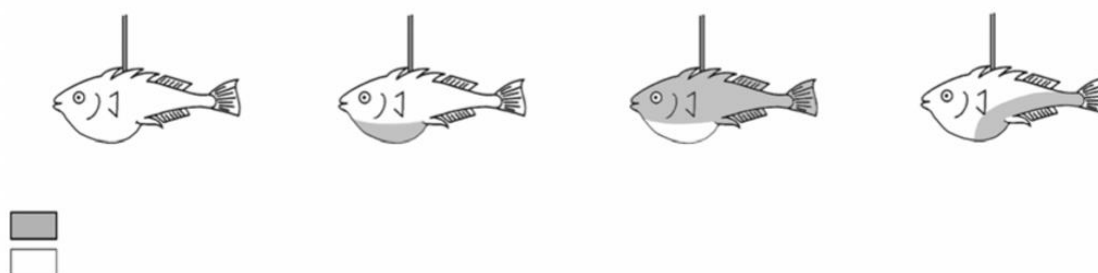
Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

### Вопрос 3: ПОВЕДЕНИЕ КОЛЮШКИ

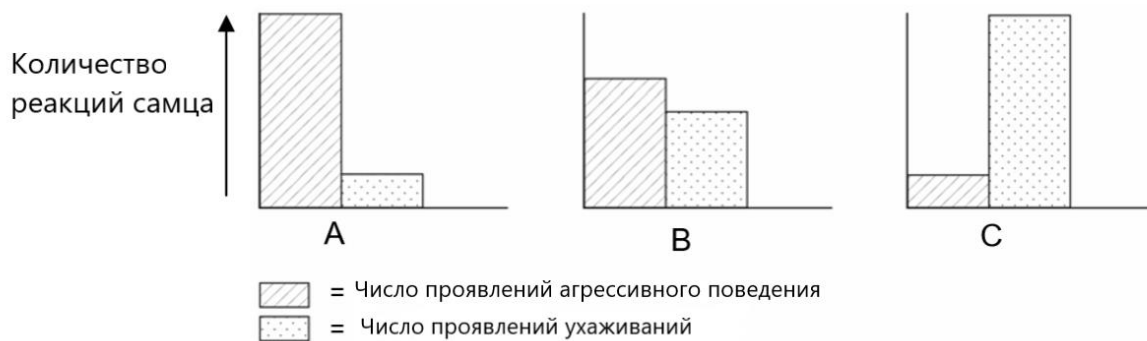
Эксперименты показали, что самцы колюшки реагируют агрессивно на модели с красным **брюхом** и проявляют ухаживания к моделям с серебристым **брюхом**.

В третьем эксперименте следующие 4 модели были использованы поочередно:



Три диаграммы ниже показывают возможные реакции самца колюшки на каждую из приведенных моделей.





Какую из данных реакций вы прогнозируете для каждой из 4 моделей?

Напишите А, В или С как результат взаимодействия с каждой моделью.

	Реакция
Модель 1	
Модель 2	
Модель 3	
Модель 4	

### ПОВЕДЕНИЕ КОЛЮШКИ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 3

**Ответ принимается полностью**

Код 2: Четыре правильных ответа в следующем порядке: С, А, С, В.

**Ответ принимается частично**

Код 1: Три из четырех правильных ответов.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

# МЫШИНАЯ ОСПА

Существует множество типов вирусов оспы, которые вызывают оспу у животных. Каждый тип вируса обычно заражает только один вид животного. В журнале сообщается, что ученый использовал генную инженерию для изменения ДНК мышинной оспы. Измененный вирус убивает всех зараженных им мышей.

Ученый говорит, что исследование изменения вирусов необходимо для контроля вредителей, которые уничтожают человеческую еду. Критики данного подхода говорят о том, что вирусы могут выйти за пределы лабораторий и заразить других животных. Они также обеспокоены тем, что модифицированный вирус оспы для одного вида может заразить и другие виды, в том числе и людей.

Люди могут заразиться вирусом оспы, который называется натуральная оспа. Натуральная оспа убивает большинство инфицированных ей людей. Люди думают, что данное заболевание было истреблено, но образцы вируса натуральной оспы хранятся в лабораториях по всему миру.

## Вопрос 1: МЫШИНАЯ ОСПА

Критики выразили беспокойство по поводу того, что вирус мышинной оспы может заразить иные виды. Какая из представленных причин является **наилучшим** обоснованием данного беспокойства?

- A. Гены вируса натуральной оспы и гены измененного вируса мышинной оспы идентичны.
- B. Мутация в ДНК мышинной оспы может позволить вирусу заражать других животных.
- C. Мутация может сделать ДНК мышинной оспы идентичной ДНК натуральной оспы.
- D. Число генов в вирусе мышинной оспы такое же, как и в других вирусах оспы.

## МЫШИНАЯ ОСПА: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1

**Ответ принимается полностью**

Код 1: B. Мутация в ДНК мышинной оспы может позволить вирусу заражать других животных.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

## Вопрос 2: МЫШИНАЯ ОСПА

Человек, критикующий данное исследование, был обеспокоен тем, что измененный вирус мышинной оспы может выйти за пределы лаборатории. Этот вирус может вызвать исчезновение некоторых видов мышей.

Возможны ли следующие варианты исхода событий, если некоторые виды мышей исчезнут? Обведите «Да» или «Нет» для каждого случая.

<b>Возможны ли следующие варианты исхода событий, если некоторые виды мышей исчезнут?</b>	<b>Да или Нет?</b>
Некоторые пищевые цепи могут быть нарушены.	Да / Нет
Домашние коты могут умереть из-за недостатка еды.	Да / Нет
Количество растений, семена которых употребляют мыши, может временно увеличиться.	Да / Нет

### **МЫШИНАЯ ОСПА: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 2**

#### ***Ответ принимается полностью***

Код 1: Три правильных ответа в следующем порядке: Да, Нет, Да.

#### ***Ответ не принимается***

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

### **Вопрос 3: МЫШИНАЯ ОСПА**

Одна компания пытается разработать вирус, который сделает мышей бесплодными (т.е. не имеющими возможность иметь потомство). Такой вирус может помочь контролировать число мышей.

Предположим, что задуманное осуществлено успешно. Должны ли быть получены ответы на следующие вопросы, прежде чем вирус будет выпущен? Обведите «Да» или «Нет» для каждого случая.

<b>Должны ли быть получены ответы на следующие вопросы, прежде чем вирус будет выпущен?</b>	<b>Да или Нет?</b>
Какой лучший метод для распространения вируса?	Да / Нет
Как быстро у мыши разовьется иммунитет к вирусу?	Да / Нет
Вирус повлияет на другие виды животных?	Да / Нет

### **МЫШИНАЯ ОСПА: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 3**

#### ***Ответ принимается полностью***

Код 1: Три правильных ответа: Да, Да, Да.

#### ***Ответ не принимается***

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

**Вопрос 10N: МЫШИНАЯ ОСПА**

Насколько вам интересна следующая информация?

*Отметьте только один вариант ответа в каждом ряду.*

	<i>Очень интересно</i>	<i>Средний интерес</i>	<i>Почти не интересно</i>	<i>Неинтересно</i>
А. Изучение структуры вирусов	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
В. Знание мутации (изменения) вирусов	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
С. Лучшее понимание того, как организм защищается от вирусов	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

# ТЕМПЕРАТУРА

## Вопрос 1: ТЕМПЕРАТУРА

Петр работает над ремонтом старого дома. Он оставил бутылку воды, несколько металлических гвоздей и кусок древесины в багажнике машины. После того, как машина пробыла на солнце 3 часа, температура внутри машины достигла 40°C.

Что произошло с предметами в машине? Обведите «Да» или «Нет» для каждого случая.

Это могло произойти с предметами?	Да или Нет?
У них у всех одинаковая температура.	Да / Нет
Через какое-то время вода начинает закипать.	Да / Нет
Через какое-то время металлические гвозди начинают накаляться.	Да / Нет

## ТЕМПЕРАТУРА: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1

**Ответ принимается полностью**

Код 1: Три правильных ответа в следующем порядке: Да, Нет, Нет.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

## Вопрос 3: ТЕМПЕРАТУРА

У Петра есть чашка горячего кофе (температура 90 °C) и чашка холодной минеральной воды (температура 5 °C). Чашки одинакового типа, размера и объема. Петр оставляет чашки в комнате с температурой 20 °C.

После 10-минутного нахождения в комнате, какая будет температура **кофе** и **минеральной воды**?

- A. 70 °C и 10 °C
- B. 90 °C и 5 °C
- C. 70 °C и 25 °C
- D. 20 °C и 20 °C

## ТЕМПЕРАТУРА: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 3

**Ответ принимается полностью**

Код 1: A. 70 °C и 10 °C

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

**Вопрос 10N: ТЕМПЕРАТУРА**

Насколько вам интересна следующая информация?

*Отметьте только один вариант ответа в каждом ряду.*

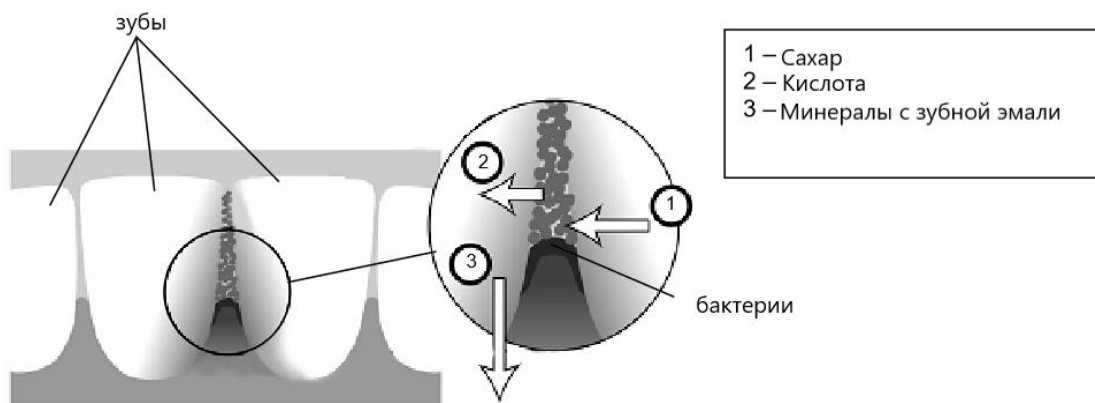
	<i>Очень интересно</i>	<i>Средний интерес</i>	<i>Почти не интересно</i>	<i>Неинтересно</i>
А. Понимание влияния формы чашки на процесс охлаждения кофе	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
В. Знание разного расположения атомов в дереве, воде и металле	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
С. Лучшее понимание того, почему разные твердые частицы обладают разной теплопроводимостью	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

# КАРИЕС

Бактерии, живущие в нашем рту, вызывают зубной кариес. Кариес является проблемой с 1700-ых годов, когда из-за развития сахарной промышленности сахар стал общедоступным.

На сегодняшний день мы знаем многое о кариесе. Например:

- Бактерии, вызывающие кариес, питаются сахаром.
- Сахар превращается в кислоту.
- Кислота уничтожает поверхность зубов.
- Чистка зубов способствует предотвращению кариеса.



## Вопрос 1: КАРИЕС

Какова роль бактерий в развитии кариеса?

- A. Бактерии производят эмаль.
- B. Бактерии производят сахар.
- C. Бактерии производят минералы.
- D. Бактерии производят кислоту.

## КАРИЕС: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1

**Ответ принимается полностью**

Код 1: D. Бактерии производят кислоту.

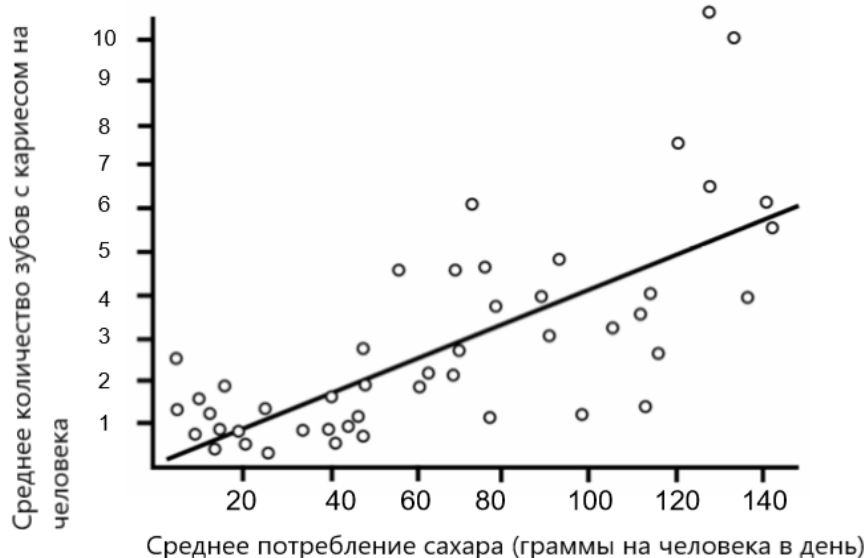
**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

## Вопрос 4: КАРИЕС

Следующий график показывает потребление сахара и количество случаев кариеса в разных странах. Каждая страна представлена точкой на графике.



Какое из следующих утверждений может быть подтверждено **информацией, представленной в графике?**

- A. В некоторых странах люди чистят зубы чаще, чем в других.
- B. Чем больше сахара люди потребляют, тем больше вероятность кариеса.
- C. За последние годы количество случаев кариеса выросло во многих странах.
- D. За последние годы потребление сахара значительно выросло во многих странах.

**КАРИЕС: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 4**

**Ответ принимается полностью**

Код 1: B. Чем больше сахара люди потребляют, тем больше вероятность кариеса.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

**Вопрос 8: КАРИЕС**

Страна имеет большое количество случаев кариеса на человека.

Можно ли путем научных экспериментов получить ответы на следующие вопросы?

Обведите «Да» или «Нет» для каждого вопроса.

Можно ли путем научных экспериментов получить ответы на следующие вопросы?	Да или Нет?
Какой эффект будет оказан на зуб с кариесом, если поместить фторид в воду?	Да / Нет
Сколько должен стоить поход к стоматологу?	Да / Нет



## КАРИЕС: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 8

### *Ответ принимается полностью*

Код 1: Два правильных ответа в следующем порядке: Да, Нет.

### *Ответ не принимается*

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

## Вопрос 10N: КАРИЕС

Насколько вам интересна следующая информация?

*Отметьте только один вариант ответа в каждом ряду.*

	<i>Очень интересно</i>	<i>Средний интерес</i>	<i>Почти не интересно</i>	<i>Неинтересно</i>
А. Знание того, как выглядят под микроскопом бактерии, вызывающие кариес	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
В. Получение информации о разработке вакцины против кариеса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
С. Лучшее понимание того, как продукты, не содержащие сахар, могут вызвать кариес	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

# БИОРАЗНООБРАЗИЕ

## Биоразнообразие текст 1

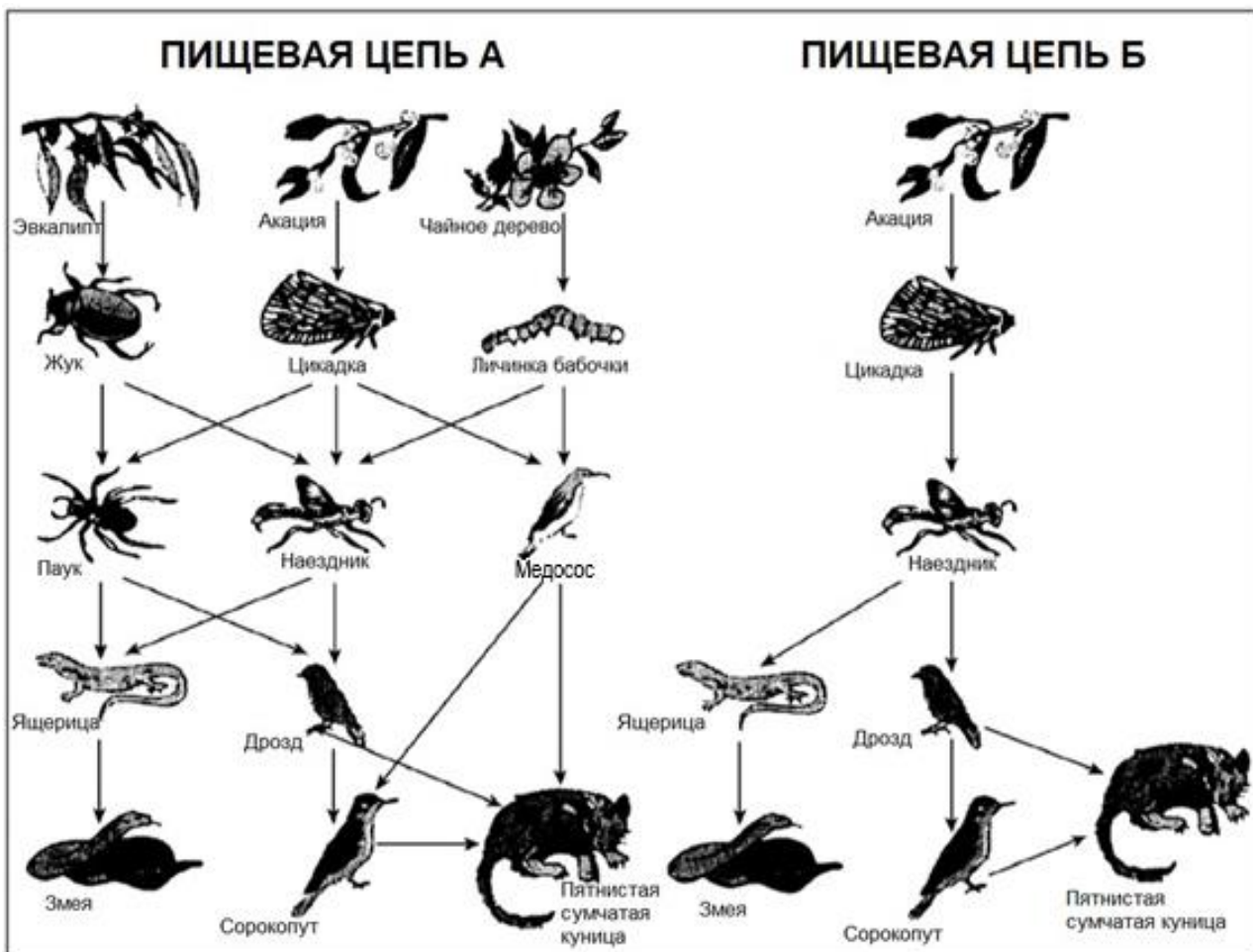
### БИОРАЗНООБРАЗИЕ ВАЖНО В ОРГАНИЗАЦИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Экосистема, которая сохранила высокий уровень биоразнообразия (широкое разнообразие живых организмов), сможет с большей вероятностью приспособиться к изменениям в среде, вызванным человеческой деятельностью, чем экосистемы с низким уровнем биоразнообразия.

- 5 Взгляните на две пищевые цепи, показанные на рисунке. Стрелка ведет от организма, которого съедают, к организму, который его съедает. Данные цепи являются упрощенным вариантом в сравнении с пищевыми цепями в реальных экосистемах. Тем не менее, они демонстрируют основную разницу между более и менее сложными экосистемами.

- 10 Пищевая цепь Б показывает ситуацию с очень низким биоразнообразием, где на некоторых уровнях пищевые пути включают только один тип организмов. Пищевая цепь А показывает более сложную экосистему и, как следствие, включает альтернативные пищевые пути.

- 15 Обычно потеря биоразнообразия является серьезной угрозой не только из-за того, что многие исчезнувшие организмы являются большой потерей как с этической, так и прагматической (полезность) стороны, но также из-за того, что выжившие организмы находятся под угрозой вымирания в будущем.



Источник: Адаптировано из работы Стива Малкольма «Биоразнообразие – основа для управления окружающей средой», The Age, 16 августа 1994.

### **Вопрос 3: БИОРАЗНООБРАЗИЕ**

В строчках 10 и 11 сказано, что «Пищевая цепь А показывает более сложную экосистему и, как следствие, включает альтернативные пищевые пути».

Посмотрите на ПИЩЕВУЮ ЦЕПЬ А. Только двое животных из этой пищевой цепи имеют три (прямых) источника пищи. Что это за животные?

- A. Пятнистая сумчатая куница и Наездник
- B. Пятнистая сумчатая куница и Сорокопут
- C. Наездник и Цикадка
- D. Наездник и Паук
- E. Пятнистая сумчатая куница и Медосос

### **БИОРАЗНООБРАЗИЕ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 3**

ЦЕЛЬ ВОПРОСА: Процесс: Демонстрация знаний и понимания.

Тема: Экосистемы.

Область: Наука в сфере жизни и здоровья.

**Ответ принимается полностью**

Код 1: А. Пятнистая сумчатая куница и Наездник

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

### **Вопрос 4: БИОРАЗНООБРАЗИЕ**

Пищевые цепи А и Б находятся в разных местностях. Представьте, что Цикадки вымерли в обеих местностях. Какой из следующих прогнозов и какое из объяснений последствий этого является лучшим?

- A. Последствий будет больше в пищевой цепи А, потому что у Наездника есть только один источник пищи в цепи А.
- B. Последствий будет больше в пищевой цепи А, потому что у Наездника есть несколько источников пищи в цепи А.
- C. Последствий будет больше в пищевой цепи Б, потому что у Наездника есть только один источник пищи в цепи Б.
- D. Последствий будет больше в пищевой цепи Б, потому что у Наездника есть несколько источников пищи в цепи Б.

### **БИОРАЗНООБРАЗИЕ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 4**

ЦЕЛЬ ВОПРОСА: Процесс: Формулировка/оценка выводов.

Тема: Экосистемы.

Область: Наука в сфере жизни и здоровья.

**Ответ принимается полностью**

Код 1: С. Последствий будет больше в пищевой цепи Б, потому что у Наездника есть только один источник пищи в цепи Б.

***Ответ не принимается***

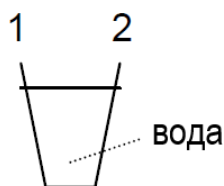
Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

# АВТОБУСЫ

## Вопрос 1: АВТОБУСЫ

Автобус едет по прямой дороге. Водитель по имени Петр поставил стакан с водой на приборную панель.



направление движения

Вдруг Петр резко нажимает на тормоза.

Что, скорее всего, произойдет со стаканом воды?

- A. Вода в стакане останется в горизонтальном положении.
- B. Вода выльется со стороны 1.
- C. Вода выльется со стороны 2.
- D. Вода разольется, но невозможно определить, выльется ли она со стороны 1 или 2.

## АВТОБУСЫ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1

ЦЕЛЬ ВОПРОСА: Процесс: Демонстрация знаний и понимания.

Тема: Физическая сила и движение.

Область: Наука в сфере технологий.

**Ответ принимается полностью**

Код 1: С. Вода выльется со стороны 2.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

## Вопрос 4: АВТОБУСЫ

Автобус Петра, как и большинство автобусов, использует в качестве топлива бензин. Такие автобусы загрязняют окружающую среду.

В некоторых годах ездят троллейбусы: они работают на электродвигателе. Электрическое напряжение, необходимое для двигателя, поступает по линиям электропередач (как электропоезда).

Электричество генерируется на электростанциях, использующих ископаемое топливо.

Сторонники использования троллейбусов в городах говорят, что этот вид транспорта не загрязняет окружающую среду.

Правы ли сторонники троллейбусов в своих суждениях? Объясните ваш ответ.

.....

.....

.....

#### **АВТОБУСЫ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 4**

ЦЕЛЬ ВОПРОСА: Процесс: Демонстрация знаний и понимания.

Тема: Преобразование энергии.

Область: Наука в сфере Земли и окружающей среды.

#### ***Ответ принимается полностью***

Код 1: Дается ответ, в котором говорится, что электростанции тоже загрязняют окружающую среду:

- Нет, потому что электростанции тоже загрязняют окружающую среду.
- Да, но это относится только к городу, сам станции, тем не менее, загрязняют окружающую среду.

#### ***Ответ не принимается***

Код 0: Дается ответ «нет» или «да» без правильного объяснения.

Код 8: Ответ не по теме.

Код 9: Ответ отсутствует.

#### ***Примеры ответов***

Код 1:

- И да и нет. Автобусы не загрязняют город, что хорошо, а электростанции загрязняют, что плохо.
- Автобусы действительно загрязняют окружающую среду из-за использования ископаемого топлива, но они не так сильно вредят, чем обычные автобусы и их газы. *[Примечание: Этот ответ можно принять в пользу тестируемого.]*

Код 0:

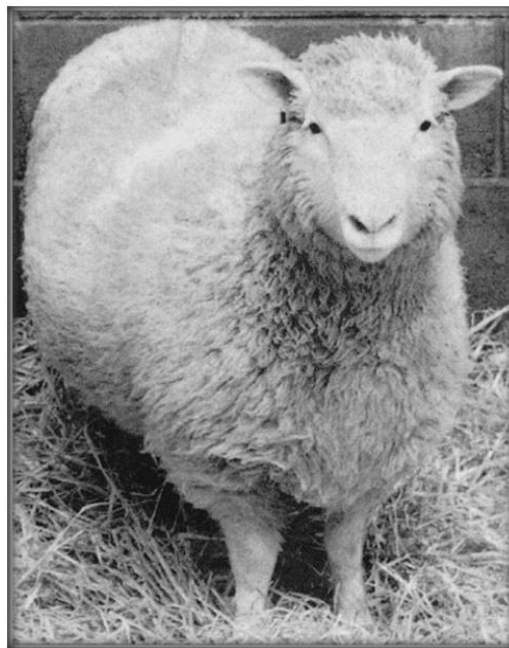
- В них нет выхлопных труб, поэтому вредный газ, который может повредить озоновый слой, не попадает в воздух; помимо этого, электричество, генерируемое с использованием ископаемого топлива, также является более экологически безопасным.
- Да. Потому что электричество не вредит окружающей среде, мы просто используем газ Земли.

# КЛОНИРОВАНИЕ

## Машина для копирования живых существ?

5 Без сомнения, если можно было бы выбрать животное 1997 года, победила бы Долли! Долли – это шотландская овца, которую вы видите на фото. Но Долли не совсем простая овца. Она является клоном другой овцы. Клон – это копия. Клонирование означает копирование «единственного оригинала». Ученым удалось создать овцу (Долли), идентичную другой овце, которая являлась «оригиналом».

10 Шотландский ученый Иэн Вильмут создал «машину для клонирования» овец. Для этого он взял генетический материал в виде небольшого образца вымени взрослой овцы (овца 1). Из данного образца ученый выделил ядро, а затем соединил ядро с яйцеклеткой другой овечки (овечка 2). Но перед этим он удалил из яйцеклетки весь генетический материал, который перенес бы характеристики овцы 2 на ягненка, созданного из данной яйцеклетки. Иэн Вильмут имплантировал яйцеклетку овцы 2 в еще одну овцу (овца 3). Овца 3 забеременела и родила овечку – Долли.



20 Некоторые ученые считают, что через несколько лет появится возможность клонировать людей. Однако во многих странах клонирование людей уже запрещено законом.

### Вопрос 1: КЛОНИРОВАНИЕ

Какая овца является идентичным оригиналом овечки Долли?

- A. Овца 1
- B. Овца 2
- C. Овца 3
- D. Отец Долли

### КЛОНИРОВАНИЕ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1

**Ответ принимается полностью**

Код 1: А. Овца 1

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

### Вопрос 2: КЛОНИРОВАНИЕ

В строке 10 сказано, что генетическим материалом был небольшой образец вымени взрослой овцы. Исходя из текста, можно понять, что подразумевалось под «небольшим образцом».

«Небольшой образец» - это ...

- A. клетка
- B. ген
- C. клеточное ядро
- D. хромосома

### **КЛОНИРОВАНИЕ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 2**

***Ответ принимается полностью***

Код 1: A. клетка

***Ответ не принимается***

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

### **Вопрос 3: КЛОНИРОВАНИЕ**

В последнем предложении статьи сказано, что во многих странах было решено запретить законом клонирование людей.

Две возможные причины данного решения представлены ниже.

Являются ли данные причины научными?

Обведите «Да» или «Нет» напротив каждой причины.

<b>Причина</b>	<b>Является ли данная причина научной?</b>
Клонированные люди могут быть более восприимчивы к определенным болезням, чем обычные люди.	Да / Нет
Люди не должны брать на себя роль «Создателя».	Да / Нет

### **КЛОНИРОВАНИЕ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 3**

***Ответ принимается полностью***

Код 1: Два правильных ответа в следующем порядке: Да, Нет.

***Ответ не принимается***

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.



# СВЕТОВОЙ ДЕНЬ

## ДОЛГОТА ДНЯ 22 ИЮНЯ 2002 ГОДА

Сегодня в Северном полушарии отмечается самый длинный день, в то время как у Австралийцев будет самый короткий день.

В этот день в городе Мельбурне\*, Австралия, Солнце взойдет в 7:36 утра, а зайдет в 17:08, в результате чего продолжительность полного светового дня составит 9 часов и 32 минуты.

Сравните данные сегодняшнего дня с самым длинным днем в году в Южном полушарии, который выпадает на 22 декабря. Рассвет в этот день будет в 5:55 утра, а закат – в 20:42; продолжительность полного светового дня составит 14 часов и 47 минут.

Президент Астрономического Сообщества, Перри Вламос, объяснил, что смена времен года в Северном и Южном полушариях связана с углом наклона Земной оси на 23 градуса.

\*Мельбурн – это город в Австралии с географической широтой примерно 38 градуса южнее экватора.

### Вопрос 1: СВЕТОВОЙ ДЕНЬ

Какое утверждение объясняет смену дня и ночи на Земле?

- A. Земля вращается вокруг своей оси.
- B. Солнце вращается вокруг своей оси.
- C. Ось Земли наклонена.
- D. Земля вращается вокруг Солнца.

### СВЕТОВОЙ ДЕНЬ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1

**Ответ принимается полностью**

Код 1: А. Земля вращается вокруг своей оси.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

### Вопрос 2: СВЕТОВОЙ ДЕНЬ

На рисунке показано, как солнечные лучи светят на поверхность Земли.

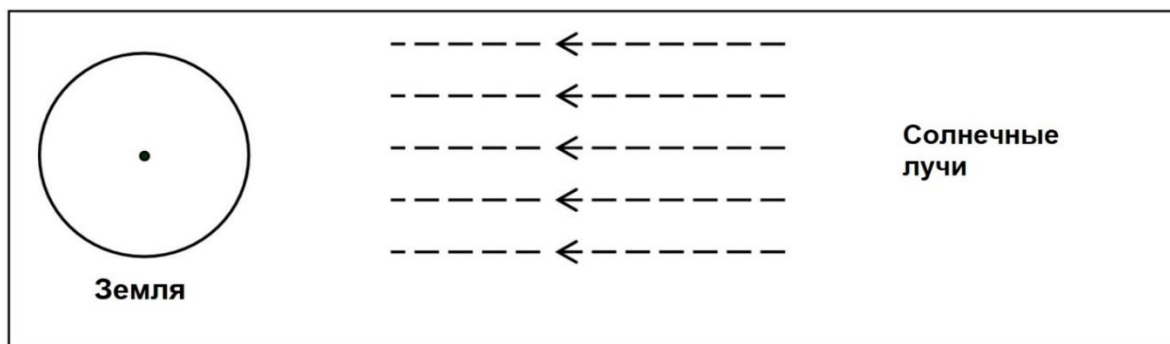


Рисунок: солнечные лучи

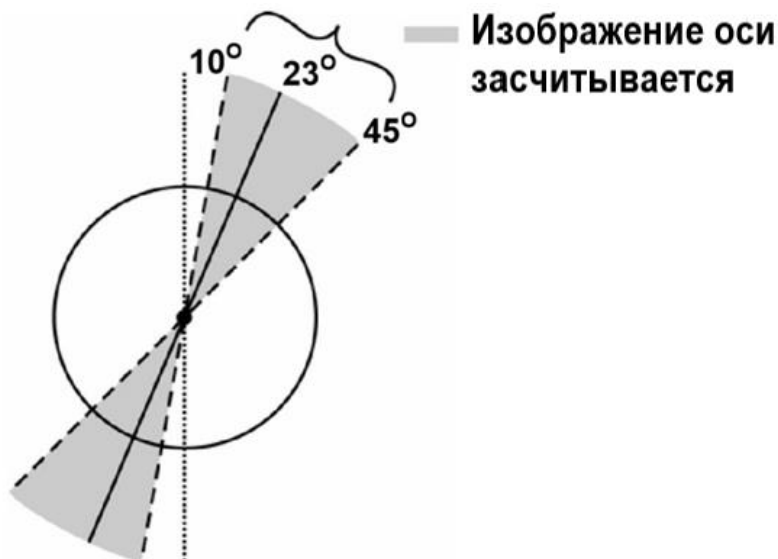
Предположим, что в Мельбурне сегодня самый короткий день в году.

Изобразите на рисунке ось Земли, Северное полушарие, Южное полушарие и экватор. Обозначьте их и подпишите.

### СВЕТОВОЙ ДЕНЬ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 2

Примечание: при оценке ответа на данный вопрос нужно учесть следующее:

1. Ось Земли нарисована наклоненной к Солнцу в пределах  $10^\circ$  и  $45^\circ$  от вертикальной линии. Изучите следующий рисунок:

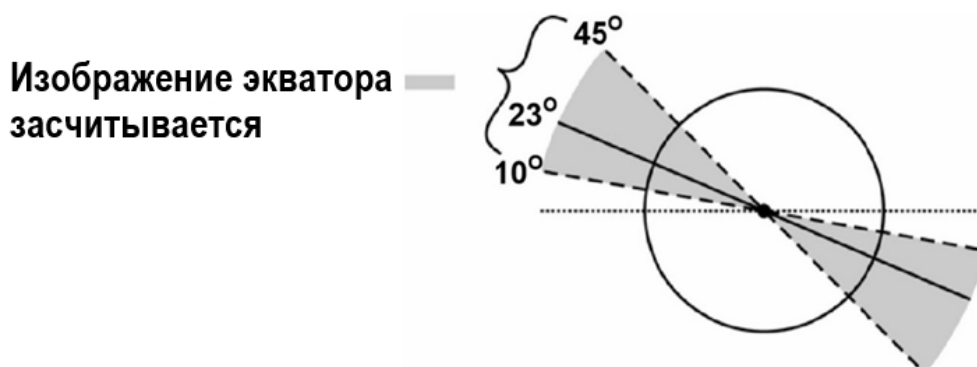


За пределами  $10^\circ$  и  $45^\circ$  от вертикальной линии: ответ не принимается.

2. Присутствие или отсутствие ясно обозначенных Северного и Южного полушарий или обозначение одного полушария, в то время как другое подразумевается.

3. Экватор нарисован повернутым к Солнцу в пределах  $10^\circ$  и  $45^\circ$  выше горизонтальной линии. Изучите следующий рисунок:

Экватор нарисован в виде эллиптической линии или прямой линии.

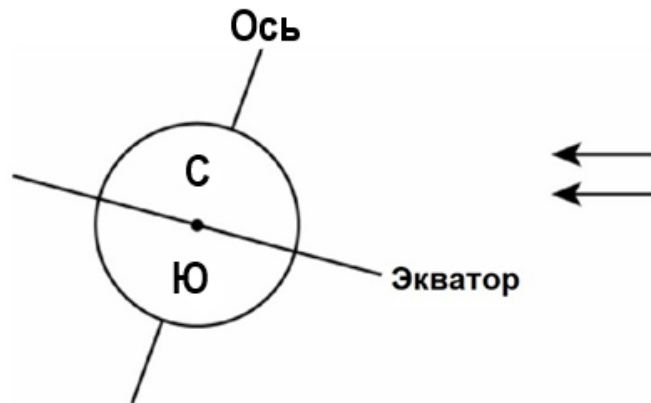


За пределами  $10^\circ$  и  $45^\circ$  от горизонтальной линии: ответ не принимается.

**Ответ принимается полностью**

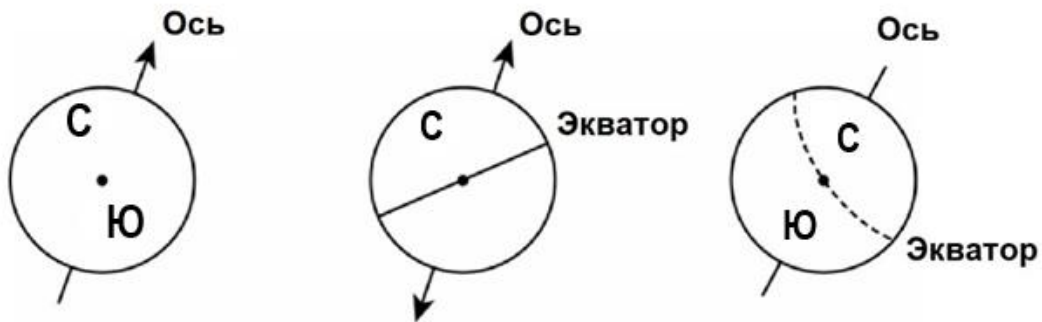
Код 21: На рисунке экватор повернут к Солнцу под углом в пределах  $10^\circ$  и  $45^\circ$ , а ось Земли повернута в сторону Солнца в пределах  $10^\circ$  и  $45^\circ$  от вертикальной линии, Северное

и Южное полушария обозначены верно (или обозначено одно полушарие, другое подразумевается).

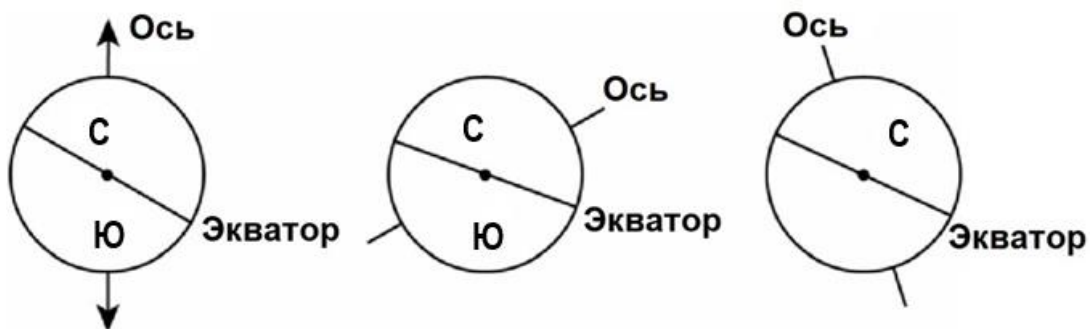


**Ответ принимается частично**

Код 11: Угол наклона оси в пределах  $10^\circ$  и  $45^\circ$ , Северное и / или Южное полушария обозначены верно (или обозначено только одно, другое подразумевается), но угол наклона экватора не находится в промежутке  $10^\circ$  и  $45^\circ$ ; или экватор отсутствует.



Код 12: Угол наклона Экватора находится в пределах  $10^\circ$  и  $45^\circ$ , Северное и / или Южное полушария обозначены верно (или обозначено только одно, другое подразумевается), но угол наклона оси не находится в промежутке  $10^\circ$  и  $45^\circ$ ; или ось отсутствует.

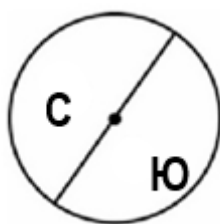


Код 13: Угол наклона экватора находится в пределах  $10^\circ$  и  $45^\circ$ , угол наклона оси находится в пределах  $10^\circ$  и  $45^\circ$ , но Северное и Южное полушария обозначены неверно (или обозначено только одно, другое подразумевается или же оба отсутствуют).

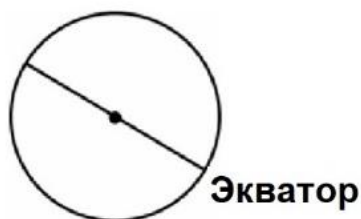


**Ответ не принимается**

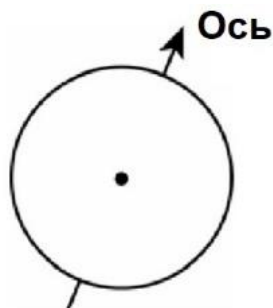
Код 01: Северное и / или Южное Полушария обозначены верно (или обозначено только одно, другое подразумевается), все остальное неверно.



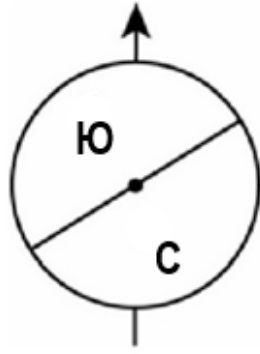
Код 02: Угол наклона экватора в пределах  $10^\circ$  и  $45^\circ$  является единственным верным обозначением.



Код 03: Угол наклона оси в пределах  $10^\circ$  и  $45^\circ$  является единственным верным обозначением.



Код 04: Все обозначения неверны или другие ответы.



Код 99: Ответ отсутствует.

# ДНЕВНИК ЗЕММЕЛЬВАЙСА

## Текст 1: ДНЕВНИК ЗЕММЕЛЬВАЙСА

*«Июль 1846 года. На следующей неделе я стану «Господином Доктором» в первой палате родильного дома городской больницы в Вене. Я испугался, когда узнал процент смертности среди пациенток в этой больнице. В этом месяце от послеродовой лихорадки там умерли не менее 36 из 208 матерей. Рождение ребенка угрожает жизни точно так же, как и пневмония первой степени».*

Эти строки из дневника Игнаца Земмельвайса (1818-1865) описывают ужасные последствия послеродовой лихорадки, инфекционного заболевания, убившего многих женщин после рождения ребенка. Земмельвайс собирал данные о количестве смертей от послеродовой лихорадки в первой и второй палатах больницы (смотрите на графике).

Врачи, в том числе сам Земмельвайс, были в полном неведении о причинах послеродовой лихорадки. Обратимся к дневнику Земмельвайса:

*«Декабрь 1846 года. Почему так много женщин умирает от этой лихорадки после родов, прошедших без всяких осложнений? Многие века наука утверждала, что матерей убивает невидимая эпидемия. Причинами могут быть или изменения воздуха, или возможное инопланетное влияние, или движение земной поверхности, землетрясение».*

В наше время немногие верят, что возможной причиной лихорадки может быть инопланетное влияние или землетрясение. Но во времена Земмельвайса многие люди, даже ученые, верили в это! Сейчас нам известно, что причиной тому были санитарно-гигиенические условия. Земмельвайс считал маловероятным то, что причиной было инопланетное влияние или землетрясение. Он указал на данные, собранные им (смотрите на графике), и использовал их, чтобы убедить своих коллег.

## Вопрос 2: ДНЕВНИК ЗЕММЕЛЬВАЙСА

Представьте себя на месте Земмельвайса. Объясните (на основе данных, которые собрал Земмельвайс), почему землетрясение вряд ли является причиной послеродовой лихорадки.

.....

.....

.....

.....

## ДНЕВНИК ЗЕММЕЛЬВАЙСА: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 2

ЦЕЛЬ ВОПРОСА: Процесс: Формулировка/оценка выводов.



График

Тема: Биология человека.

Область: Наука в сфере жизни и здоровья.

**Ответ принимается полностью**

Код 21: В ответе учитывается разница между количеством смертей (на каждые 100 роды) в обеих палатах.

- Так как уровень смертности женщин в первой палате выше, чем во второй палате, смертность не связана с землетрясениями.
- В палате 2 умерло меньше людей, а если бы землетрясение было причиной, количество смертей в двух палатах было бы одинаковым.
- Так как уровень смертности во второй палате не такой высокий, возможно, проблема в первой палате.
- Землетрясения не могли вызвать лихорадку, потому что уровень смертности в двух палатах слишком отличается.

**Ответ принимается частично**

Код 11: В ответе учитывается тот факт, что землетрясения бывают не так часто.

- Это вряд ли могло произойти из-за землетрясений, потому что землетрясения не происходят постоянно.

Код 12: В ответе учитывается тот факт, что землетрясения также влияют на людей за пределами больницы.

- Если бы тогда было землетрясение, у женщин, находящихся за пределами больницы, также была бы послеродовая лихорадка.
- Если бы причиной были бы землетрясения, у людей всего мира была бы послеродовая лихорадка каждый раз, когда происходило бы землетрясение, а не только в палатах 1 и 2.

Код 13: В ответе отмечается, что, когда происходит землетрясение, у мужчин нет послеродовой лихорадки.

- Если бы мужчина находился в больнице и в это же время началось землетрясение, это у него не вызвало бы послеродовую лихорадку, следовательно, землетрясение не является причиной.
- Потому что это бывает у девушек, но не у парней.

**Ответ не принимается:**

Код 01: В ответе утверждается (только) то, что землетрясения не могут вызвать лихорадку.

- Землетрясение не может так повлиять на человека или вызвать у него болезнь.
- Небольшие вибрации не являются опасными.

Код 02: В ответе утверждается (только) то, что у лихорадки должна быть другая причина (верная или неверная).

- Во время землетрясений в воздух не выделяются ядовитые газы. Землетрясения случаются из-за движения и смещения литосферных плит Земли.
- Потому что между двумя событиями нет связи, это всего лишь предрассудок.
- Землетрясение не влияет на протекание беременности. Причиной является недостаточная квалификация врачей.

Код 03: В ответе скомбинированы Код 01 и 02.

- Послеродовая лихорадка не может быть вызвана землетрясениями, потому что многие женщины умирают после беспроblemных родов.
- Смерть вызвана бактериями, а землетрясения не могут повлиять на них.

Код 04: Другие ответы.

- Я думаю, что было серьезное землетрясение, которое вызвало много разрушений.

- В 1843 году количество смертей в палате 1 сократилось, а в палате 2 тоже, но не настолько.
- Потому что в тех местах не было землетрясений, а люди все еще болели. [*Примечание: Предположение о том, что в то время не было землетрясений, неверно.*]

Код 99: Ответ отсутствует.

## **Текст 2: ДНЕВНИК ЗЕММЕЛЬВАЙСА**

Одним из видов диагностики в больнице было вскрытие. Тело умершего человека вскрывали, чтобы определить причину смерти. Земмельвайс отметил, что студенты, работающие в первой палате, обычно проводили вскрытие женщин, умерших днем ранее, а затем осматривали женщин, которые только что родили ребенка. Они не особенно тщательно умывались после вскрытий. Некоторые из них даже гордились тем, что по их запаху можно было понять, что они работали в морге, потому что это свидетельствовало об их трудолюбии!

Один из друзей Земмельвайса умер, порезавшись во время вскрытия. Вскрытие тела друга показало, что у него были такие же симптомы как у матерей, которые умерли от послеродовой лихорадки. И у Земмельвайса появилась новая идея.

## **Вопрос 4: ДНЕВНИК ЗЕММЕЛЬВАЙСА**

Новая идея Земмельвайса была связана с высоким процентом смертности среди женщин, умерших в родильных отделениях, и с деятельностью студентов.

Какой была эта идея?

- A. Если бы студенты тщательно умывались после вскрытий, случаи послеродовой лихорадки сократились бы.
- B. Студенты не должны проводить вскрытие, потому что они могут порезаться.
- C. От студентов исходил запах, потому что они не умывались после вскрытия.
- D. Студенты хотели показать, что они трудолюбивые, поэтому они недостаточно осторожны во время осмотров женщин.

## **ДНЕВНИК ЗЕММЕЛЬВАЙСА: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 4**

ЦЕЛЬ ВОПРОСА: Процесс: Распознавание вопросов.

Тема: Биология человека.

Область: Наука в сфере жизни и здоровья.

### **Ответ принимается полностью**

Код 1: A. Если бы студенты тщательно умывались после вскрытий, случаи послеродовой лихорадки сократились бы.

### **Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.



## Вопрос 5: ДНЕВНИК ЗЕММЕЛЬВАЙСА

Земмельвайс преуспел в своих попытках сократить количество смертей от послеродовой лихорадки. Однако послеродовая лихорадка даже сегодня является болезнью, которую сложно побороть.

Трудноизлечимые лихорадки до сих пор являются проблемой в больницах. Предпринимается множество мер для решения этой проблемы. Среди них – стирка простыней на высоких температурах.

Объясните, почему высокая температура (при стирке простыней) способствует сокращению риска заболевания пациентов лихорадкой.

.....  
.....  
.....

## ДНЕВНИК ЗЕММЕЛЬВАЙСА: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 5

ЦЕЛЬ ВОПРОСА: Процесс: Демонстрация знаний и понимания.

Тема: Биология человека.

Область: Наука в сфере жизни и здоровья.

### **Ответ принимается полностью**

Код 11: В ответе говорится, что это помогает *уничтожить бактерии*.

- Потому что при высоких температурах многие бактерии умирают.
- Бактерии не переносят высоких температур.
- Высокие температуры сжигают бактерии.
- Бактерии свариваются. [Примечание: Хотя выражения «сжигают» и «свариваются» не являются верными с научной точки зрения, этот и предыдущий ответы следует засчитать.]

Код 12: В ответе говорится, что это помогает *уничтожить* микроорганизмы, микробы или вирусы.

- Потому что высокие температуры убивают мелкие организмы, которые вызывают болезнь.
- Микробы не выживают при высоких температурах.

Код 13: В ответе говорится об *удалении* (не уничтожении) бактерий.

- Бактерии исчезнут.
- Количество бактерий уменьшится.
- При высоких температурах бактерии смываются.

Код 14: В ответе говорится об *удалении* (не уничтожении) микроорганизмов, микробов или вирусов.

- Потому что на ваше тело не попадут микробы.

Код 15: В ответе говорится о стерилизации простыней.

- Простыни стерилизуются.

### **Ответ не принимается**

Код 01: В ответе говорится о том, что это убивает болезнь.

- Потому что горячая вода убивает любую болезнь на простыни.
- Высокая температура убивает лихорадку на простыни, что уменьшает шансы заражения.

Код 02: Другие ответы.

- Чтобы они не простудились.
- Во время стирки вымываются микробы.

Код 99: Ответ отсутствует.

### **Вопрос 6: ДНЕВНИК ЗЕММЕЛЬВАЙСА**

Многие болезни могут быть вылечены антибиотиками. Однако положительное действие некоторых антибиотиков в борьбе против послеродовой лихорадки сократилось за последние годы.

Какова причина этого?

- A. После производства антибиотиков они постепенно теряют свою эффективность.
- B. Бактерии становятся невосприимчивыми к антибиотикам.
- C. Данные антибиотики помогают только против послеродовой лихорадки, но не против других заболеваний.
- D. Необходимость в этих антибиотиках уменьшилась, потому что в последние годы значительно улучшились условия оказания медицинской помощи.

### **ДНЕВНИК ЗЕММЕЛЬВАЙСА: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 6**

ЦЕЛЬ ВОПРОСА: Процесс: Демонстрация знаний и понимания.

Тема: Биоразнообразие.

Область: Наука в сфере жизни и здоровья.

**Ответ принимается полностью:**

Код 1: B. Бактерии становятся невосприимчивыми к антибиотикам.

**Ответ не принимается:**

Код 0: Другие ответы.

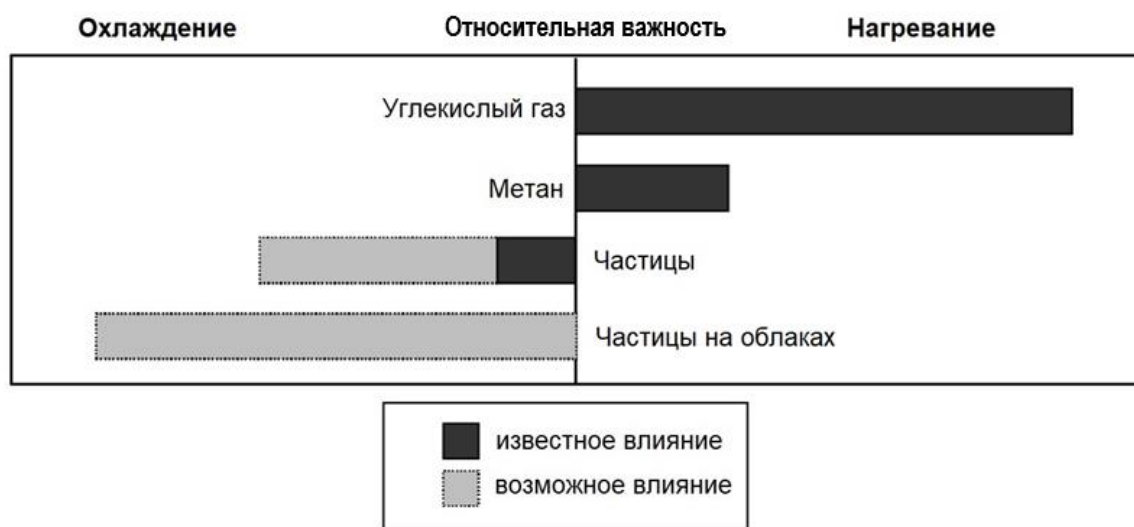
Код 9: Ответ отсутствует.

# ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА

## Текст 1: ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА

### КАКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА СПОСОБСТВУЕТ ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА?

Сжигание угля, нефти, природного газа, вырубка лесов и другие сельскохозяйственные и промышленные работы приводят к изменению состава атмосферы, а также к изменению климата. Данные виды деятельности человека привели к увеличению концентрации частиц и парниковых газов в атмосфере. Относительная важность основных причин изменения температуры показана на Рисунке 1. Повышенная концентрация углекислого газа и метана имеет тепловое воздействие. Повышенная концентрация частиц имеет два варианта охлаждающего эффекта, которые на графике отмечены как «Частицы» и «Частицы на облаках».



**Рисунок 1: Относительная важность основных причин изменения температуры атмосферы**

Столбцы с правой стороны от центра показывают эффект нагревания. Столбцы с левой стороны от центра показывают охлаждающий эффект. Относительная важность «Частиц» и «Частиц на облаках» является достаточно неточной: в каждом случае возможный эффект находится в пределах серого цвета на графике.

Источник: адаптировано из [www.gcric.org/ipcc/qa/04.html](http://www.gcric.org/ipcc/qa/04.html)

### Вопрос 1: ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА

С опорой на информацию на Рисунке 1 предложите аргумент в поддержку снижения выбросов углекислого газа, которые образуются в результате перечисленных действий человека.

.....

.....

.....

### ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1

ЦЕЛЬ ВОПРОСА: Процесс: Общение.

Тема: Земля как часть Вселенной.

Область: Наука в сфере Земли и окружающей среды.

**Ответ принимается полностью**

Код 2: Углекислый газ является основным фактором, способствующим повышению атмосферной температуры/вызывающим изменения климата, поэтому снижение количества выбросов будет иметь наибольший эффект в сокращении влияния человеческой деятельности.

**Ответ принимается частично**

Код 1: Углекислый газ вызывает повышение температуры атмосферы/вызывает изменение климата.

**Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы, включая ответы о том, что повышение температуры негативно повлияет на состояние Земли.

Код 8: Не относится к заданию.

Код 9: Ответ отсутствует.

**Примеры ответов**

Код 2:

- Выбросы CO<sub>2</sub> приводят к существенному нагреванию атмосферы и, следовательно, их необходимо сократить. [*Примечание: Выражение «существенному» может трактоваться как «самому высокому».*]
- В соответствии с Рисунком 1 снижение выбросов углекислого газа является необходимым, потому что они значительно нагревают Землю. [*Примечание: Выражение «значительно» может трактоваться как «больше всего».*]

Код 1:

- Сжигание ископаемого топлива, такого как нефти, газа и угля приводят к накоплению газов в атмосфере, одним из которых является углекислый газ (CO<sub>2</sub>). Этот газ влияет на повышение температуры Земли, что приводит к парниковому эффекту.

Код 0:

- Отказ от автомобилей, прекращение сжигания угля, а также прекращение вырубки лесов поможет уменьшить уровень выбросов углекислого газа. [*Примечание: В ответе абсолютно не рассматривается влияние углекислого газа на температуру.*]

# МУХИ

## Текст 1: Мухи

Фермер работал с молочным скотом на сельскохозяйственной экспериментальной станции. Количество мух в стойлах, где содержались животные, было настолько велико, что это угрожало здоровью животных. Поэтому фермер обработал стойла и животных раствором средства для уничтожения насекомых А. Средство уничтожило почти всех насекомых. Спустя какое-то время, однако, количество мух снова увеличилось. Фермер опять использовал средство для уничтожения насекомых. Результат был схож с первым этапом обработки. Средство уничтожило большинство мух, но не всех. Спустя некоторое время их популяция опять увеличилась, и против них вновь применили средство для уничтожения насекомых. Такая последовательность повторилась пять раз, пока не стало очевидно, что средство против насекомых А теряет свою эффективность в борьбе с мухами.

Фермер заметил, что во время всех обработок использовалась одна и та же большая порция раствора данного средства. Поэтому он предположил, что раствор средства против насекомых выветрился со временем.

Источник: *Teaching About Evolution and the Nature of Science*, National Academy Press, Washington, DC, 1998, с. 75.

## Вопрос 1: МУХИ

Фермер считает, что раствор выветрился со временем. Кратко объясните, как можно проверить верность данного предположения.

.....

.....

.....

## МУХИ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1

ЦЕЛЬ ВОПРОСА: Процесс: Определение доказательств.

Тема: Химические и физические изменения.

Область: Наука в сфере жизни и здоровья.

### **Ответ принимается полностью**

Код 5: Присуждается за ответы, в которых упоминаются три фактора (тип мух, срок годности средства против насекомых и подвергание воздействию средства). Например, сравнить результаты использования новой порции раствора средства с результатами использования старой порции раствора на двух группах мух одного вида, которые ранее не подвергались воздействию средства против насекомых.

### **Ответ принимается частично**

Код 4: Присуждается за ответы, в которых упоминаются два из трех факторов (тип мух, срок годности средства против насекомых и подвергание воздействию средства). Например, сравнить результаты применения новой порции раствора с результатами использования старой порции на мухах в стойле.

Код 3: Присуждается за ответы, в которых упоминается один из трех факторов (тип мух, срок годности средства против насекомых и подвергание воздействию средства). Например, (химически) проанализировать образцы средства с регулярным интервалом, чтобы увидеть, происходят ли изменения с течением времени.

Код 2: Применить к мухам новую порцию средства, не упоминается факт сравнения со старой порцией.

Код 1: (Химически) проанализировать образцы средства без упоминания сравнительного анализа в течение некоторого времени.

Примечание: Код 1 также присуждается, если упоминается отправка средства в лабораторию.

### **Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 8: Ответ не по теме.

Код 9: Ответ отсутствует.

### **Примеры ответов**

Код 5:

- Можно взять несколько мух, поместить их в разные контейнеры, применить в одном контейнере порцию нового раствора, а в другом контейнере порцию старого раствора и проверить, какой будет результат. *[Примечание: Даже если в ответе не упоминается наличие мух одного вида, в ответе подразумевается, что для эксперимента используются мухи одного вида и что раствор не использовался против мух ранее.]*
- Необходимо сделать одну большую порцию раствора, разделить некоторое количество мух на две группы и каждые шесть месяцев обрабатывать каждую группу этим раствором. Обрабатывайте группу 1 раствором из большой порции, а группу 2 – каждый раз новой порцией раствора. *[Примечание: Даже если в ответе не упоминается наличие мух одного вида, в ответе подразумевается, что для эксперимента используются мухи одного вида и что раствор не использовался против мух ранее.]*

Код 4:

- Используйте новую бутылку раствора, затем подождите некоторое время, когда мухи снова появятся, и снова воспользуйтесь раствором. *[Примечание: Воспроизведение экспериментов фермера, упоминается срок использования средства от насекомых, а также вид мух (выражение «мухи» подразумевает мух одного вида).]*

Код 3:

- Каждые несколько месяцев проверяйте несколько порций средства от насекомых на действенность в лаборатории.

Код 2:

- Сделайте то же самое, но каждый раз покупайте новую порцию раствора, чтобы проверить, является ли его предположение верным или неверным.

Код 1:

- Возможно, если бы он отправил новую и старую порцию яда в лабораторию на повторную проверку, результаты смогли бы подтвердить его предположение.

Код 0:

- Он может каждый год проверять, не вышел ли у раствора срок годности и является ли он эффективным. *[Примечание: Ответ не содержит информации о том, как средство от насекомых нужно проверить.]*
- Взять муху из его стойла и муху из другого стойла и обработать каждую средством.

## Вопрос 2: МУХИ

Фермер предполагает, что средство выветривается с течением времени. Дайте два альтернативных объяснения, почему «средство против насекомых А теряет свою эффективность ...»

Объяснение 1: .....

.....

Объяснение 2: .....

.....

### МУХИ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 2

ЦЕЛЬ ВОПРОСА: Процесс: Определение вопросов.

Тема: а) Физиологические изменения.

б) Химические и физические изменения.

Область: Наука в сфере жизни и здоровья.

#### **Ответ принимается полностью**

Код 2: Представлено одно целостное объяснение, что а) мухи с устойчивостью к средству выживают и передают данную устойчивость следующим поколениям (также засчитывается ответ, содержащий термин «иммунитет», хотя он и не является точным синонимом термина «устойчивость»), а также одно из следующих предположений: б) изменения в условиях окружающей среды (например, температура) или изменения в способе применения средства.

#### **Ответ принимается частично**

Код 1: Предлагается один вариант объяснения: вариант а) или один из примеров в б). Не приписывайте код 2 двум примерам из варианта б).

#### **Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы, включая те, в которых утверждается, что новые мухи прилетают в стойла с ближайших (необработанных средством) территорий.

Код 8: Ответ не по теме.

Код 9: Ответ отсутствует.

#### **Примеры ответов:**

Код 2:

- Объяснение 1: От постоянного использованием одного средства от насекомых мухи вырабатывают иммунитет к составу средства.  
Объяснение 2: Спустя некоторое время химические элементы средства от насекомых поднимаются на поверхность банки раствора, а на дне раствора остается раствор низкой концентрации (неэффективный).  
[Примечание: Иммунитет принимается как альтернатива устойчивости.]
- Объяснение 1: Мухи приобретали иммунитет против средства.  
Объяснение 2: От изменения температуры средство потеряло свою эффективность.
- Объяснение 1: Возможно, мухи выработали защитный ген, поэтому средства от насекомых на них не действуют.  
Объяснение 2: Он (фермер) каждый раз использовал меньшее количество раствора.  
[Примечание: Защитный ген принимается как альтернатива устойчивости.]

Код 1:

- Возможно, он неправильно использовал раствор.
- Возможно, мухи выработали иммунитет.
- Мухи были разных видов каждый раз. *[Примечание: В этом примере проводится четкое различие между разными видами мух; не подразумеваются новые мухи на данной территории.]*
- Объяснение 1: Температура очень сильно повысилась и повлияла на средство от насекомых.  
Объяснение 2: Он неправильно использовал раствор. *[Примечание: Предложены два примера из варианта b), присуждайте только Код 1.]*

Код 0:

- Возможно, мухи размножились.
- Потому что каждый раз, когда он использовал раствор, средство становилось менее и менее эффективным.
- Средство является более эффективным, если в банке находится большое количество раствора. *[Примечание: Не приводится четкая связь объема и концентрации.]*

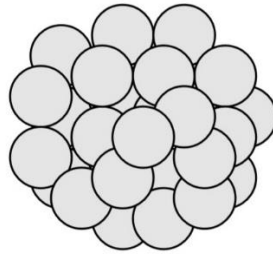


# КЛОНИРОВАННЫЕ ТЕЛЯТА

В феврале 1993 года исследовательская группа из Национального института сельскохозяйственного исследования в Брессон-Виллерз (Франция) создала 5 клонов телят. Создание клонов (животных с таким же генетическим материалом, хотя они родились от пяти разных коров) является трудным процессом.

Первым делом исследователи удалили около тридцати яйцеклеток у коровы (предположим, ее звали Зорька 1). Исследователи удалили ядра из каждой яйцеклетки Зорьки 1.

Исследователи взяли эмбрион у другой коровы (предположим, Зорьки 2). Эмбрион содержал около тридцати клеток.



Исследователи разделили скопление клеток Зорьки 2 на отдельные клетки.

Затем они удалили ядра из каждой отдельной клетки. Каждое ядро по отдельности поместили во все тридцать клеток Зорьки 1 (клетки, из которых были удалены ядра).

И наконец, тридцать инъецированных яйцеклеток имплантировали в тридцать суррогатных коров. Через девять месяцев пять суррогатных коров родили клонированных телят.

Один из исследователей сказал, что применение данной техники клонирования в широком масштабе может быть финансово выгодно для скотоводов.

Источник: Corinne Bensimon, LIBÉRATION, Март 1993

## Вопрос 1: КЛОНИРОВАННЫЕ ТЕЛЯТА

Результаты экспериментов над коровами во Франции подтвердили основную идею. Какая основная идея проверялась в рамках данных экспериментов во Франции?

.....

.....

## КЛОНИРОВАНИЕ ТЕЛЯТ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1

ЦЕЛЬ ВОПРОСА: Процесс: Определение вопросов.

Тема: Генетический контроль.

Область: Наука в сфере жизни и здоровья.

### **Ответ принимается полностью**

Код 1: Предлагается подходящая основная идея.

- Идея о том, возможно ли клонирование телят.
- Определение количества клонированных телят, которые могут родиться.

### **Ответ не принимается**

Код 0: Предлагается ответ без упоминания телят или клонирования, ИЛИ повторяется фраза «применение данной техники клонирования в широком масштабе может быть финансово выгодно для скотоводов».

Код 8: Ответ не по теме.

Код 9: Ответ отсутствует.

### **Примеры ответов**

Код 1:

- Что клонирование возможно. [Примечание: Тот факт, что телята/коровы не были упомянуты, можно проигнорировать.]

Код 0:

- Что все яйцеклетки коров одинаковы.
- Массовое клонирование возможно. [Примечание: Слово «массовое» в этом контексте не является верным.]

### **Вопрос 4: КЛОНИРОВАНИЕ ТЕЛЯТ**

Верны ли следующие утверждения? Обведите Да или Нет напротив каждого.

Утверждение	Да или Нет?
Все пять телят имеют одинаковый тип генов.	Да / Нет
Все пять телят одного пола.	Да / Нет
Все пять телят имеют одинаковый цвет волос.	Да / Нет

### **КЛОНИРОВАНИЕ ТЕЛЯТ: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 4**

ЦЕЛЬ ВОПРОСА: Процесс: Создание / оценка выводов.

Тема: Генетический контроль.

Область: Наука в сфере жизни и здоровья.

#### **Ответ принимается полностью**

Код 1: Три правильных ответа: Да, Да, Да.

#### **Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

# ОЗОН

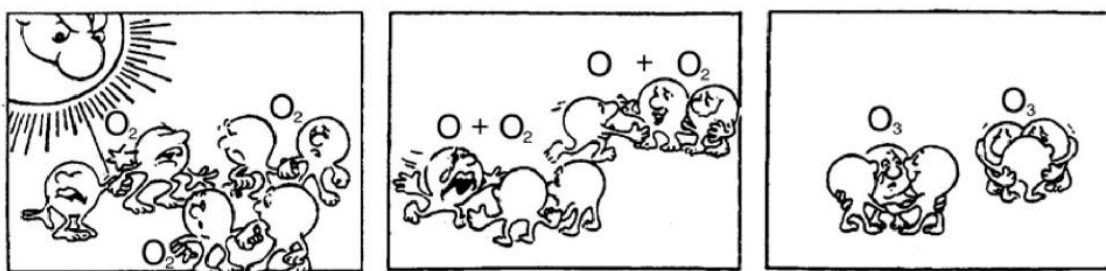
Атмосфера – океан воздуха и бесценный природный ресурс для поддержания жизни на Земле. К сожалению, человеческая деятельность, основанная на национальных и личных интересах, наносит вред этому общему ресурсу, что проявляется в истощении тонкого озонового слоя, который действует как защитный экран для жизни на Земле.

- 5 Молекулы озона состоят из трех атомов кислорода в отличие от молекул кислорода, которые состоят из двух атомов кислорода. Молекулы озона чрезвычайно редкие: на каждый миллион молекул воздуха их приходится меньше десяти. Однако на протяжении почти миллиарда лет, их присутствие в атмосфере играло решающую роль в сохранении жизни на Земле. В зависимости от месторасположения озона, он может как защищать, так и наносить
- 10 вред жизни на Земле. Озон, находящийся в тропосфере (на высоте до 10 километров над поверхностью Земли), является «вредным» озоном, который может навредить тканям легких и растениям. Но около 90 процентов озона, находящегося в стратосфере (на высоте от 10 до 40 километров над поверхностью Земли), является «полезным» озоном, который, поглощая опасное ультрафиолетовое излучение Солнца, выполняет полезную работу.
- 15 Без этого полезного озонового слоя, люди были бы более восприимчивы к определенным заболеваниям, которые развиваются вследствие облучения ультрафиолетовыми лучами Солнца. За последние десятилетия количество озона уменьшилось. В 1974 году была предложена гипотеза, что причиной этого могут быть хлорфторуглеродные соединения (CFC). До 1987 года научные исследования причинно-следственных связей не давали
- 20 убедительных подтверждений причастности хлорфторуглеродов к разрушению озона. Однако в сентябре 1987 официальные представители стран со всего мира встретились в Монреале (Канада) и договорились ввести строгие ограничения на использование хлорфторуглеродов.

Источник: Connect, UNESCO International Science, Technology & Environmental Education Newsletter, Раздел статьи под названием 'The Chemistry of Atmospheric policy', Vol. XXII, No. 2, 1997 (правописание адаптировано).

## Вопрос 1: ОЗОН

В тексте, представленном выше, совсем ничего не сказано о том, как образуется озон в атмосфере. Известно, что каждый день образуется некоторое количество озона, а некоторое количество исчезает. Порядок образования озона продемонстрирован на следующем комиксе.



Предположим, у вас есть дядя, который пытается понять, что изображено на иллюстрациях. Однако он не получил в школе никакого образования по естественным наукам и не понимает объяснение автора посредством комикса. Он понимает, что в атмосфере нет никаких маленьких человечков, но его интересует, что изображают маленькие человечки в комиксе, что означают эти странные надписи  $O_2$  и  $O_3$  и какой процесс представлен на рисунках. Он просит вас объяснить комикс. Предположим, что ваш дядя знает:

- что символ О обозначает кислород;
- что такое атомы и молекулы.

Запишите объяснение комикса для дяди.

В своем объяснении используйте слова «атомы» и «молекулы» так же, как они используются в строках 5 и 6.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### ОЗОН: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 1

ЦЕЛЬ ВОПРОСА: Процесс: Общение.

Тема: Химические и физические изменения.

Область: Наука в сфере Земли и окружающей среды.

#### **Ответ принимается полностью**

Код 31: Дается ответ, в котором приводятся все три элемента:

Первый элемент: молекула кислорода или молекулы кислорода (каждая из которых состоит из двух атомов кислорода) расщепляется на два атома кислорода (Рисунок 1);

Второй элемент: расщепление (молекул кислорода) происходит под воздействием солнечных лучей (Рисунок 1);

Третий элемент: атомы кислорода соединяются с другими молекулами кислорода и образуют молекулы озона (Рисунки 2 и 3).

Примечания по поводу каждого элемента

Первый элемент:

- Расщепление должно описываться с использованием правильной терминологии, приведенной в строках 5 и 6, для О (атом или атомы) и для O<sub>2</sub> (молекула или молекулы).
- Если О и/или O<sub>2</sub> описываются как «частицы» или «маленькие части», этот элемент не принимается как правильный.

Второй элемент:

- Влияние Солнца должно быть связано с расщеплением O<sub>2</sub> (молекулы или молекул кислорода).
- Если указано, что под влиянием Солнца из атома кислорода и молекулы кислорода образуется молекула озона (Рисунки 2 и 3), то этот элемент не принимается как правильный.

Примечание: Элементы 1 и 2 обычно упоминаются в одном предложении.

Третий элемент:

- Этот элемент засчитывается как правильный (дается один балл) только в случае, если ответ включает описание соединения О с O<sub>2</sub>. Если образование озона O<sub>3</sub> описывается

как соединение (трех отдельных) атомов О, то данный элемент не принимается как правильный.

- Если  $O_3$  не описывается как молекула или молекулы, а, например, как «группа атомов», элемент можно принять как правильный.

Примеры Кода 31:

- Когда Солнце светит на молекулу  $O_2$ , она делится на два атома. Эти два атома затем соединяются с другой молекулой  $O_2$ . При соединении  $O_1$  и  $O_2$  образуется  $O_3$  – озон.
- Комиксы иллюстрируют образование озона. Если молекула кислорода находится под воздействием Солнца, она расщепляется на два отдельных атома. Эти отдельные атомы О при встрече с другой молекулой  $O_2$  образуют молекулу  $O_3$ , состоящую из трех атомов; так образуется озон.
- Маленькие человечки – это О или атомы кислорода. Когда они объединяются, образуется молекула кислорода  $O_2$ . Под воздействием Солнца они опять распадаются на отдельный кислород. Атомы кислорода из  $O_2$  затем соединяются с молекулой  $O_2$ , создавая  $O_3$  – озон. *[Примечание: Ответ может считаться правильным. Есть только небольшая оговорка («атомы из  $O_2$ » после того, как говорилось об атомах кислорода).]*

### **Ответ принимается частично**

Код 21: Принимаются как правильные только первый и второй элементы.

- Солнце расщепляет молекулы кислорода на отдельные атомы. Атомы объединяются в группы. Каждая группа состоит из 3 атомов.

Код 22: Принимаются как правильные только первый и третий элементы.

- Каждый маленький человечек представляет собой атом кислорода. О – это один атом кислорода,  $O_2$  – молекула кислорода, а  $O_3$  – группа атомов, объединенных вместе. Рисунки показывают, что одна пара атомов кислорода ( $O_2$ ) расщепляется и затем каждый объединяется с двумя другими парами, образуя две группы из трех  $O_3$ .
- Маленькие человечки – атомы кислорода.  $O_2$  обозначает одну молекулу кислорода (подобно паре маленьких человечков, держащихся за руки), а  $O_3$  обозначает три атома кислорода. Два атома кислорода из одной пары разъединяются и каждый соединяются с другой парой (из трех пар), образуется две группы тройной молекулы кислорода ( $O_3$ ).

Код 23: Принимаются как правильные только второй и третий элементы.

- Кислород расщепляется под воздействием Солнца. Он делится пополам. Две части объединяются с другими «частицами» кислорода, образуя озон.
- В большинстве случаев чистый кислород ( $O_2$ ) в окружающей среде состоит из двух, т. е. имеется 3 пары по 2. Паре 1 стало очень жарко и она разлетелась, образуя с другой парой  $O_3$ , а не  $O_2$ . *[Примечание: Хотя описание «Паре 1 стало очень жарко» не является научным описанием воздействия Солнца, но в этом случае можно принять второй элемент как правильный; третий элемент также принимается как правильный.]*

Код 11: Только первый элемент правильный.

- Молекулы кислорода распадаются. Они образуют атомы О. А также иногда атомы озона. Озоновый слой сохраняется, потому что одни молекулы умирают, а новые молекулы образуются.

Код 12: Только второй элемент правильный.

- О соответствует молекуле кислорода,  $O_2$  = кислород,  $O_3$  = озон. Иногда обе молекулы кислорода, объединившись, затем разъединяются под воздействием Солнца. Отдельные молекулы присоединяются к другой паре и образуют озон ( $O_3$ ).

Код 13: Только третий элемент правильный.

- Молекулы “О” (кислорода) вынуждены объединиться с  $O_2$  (двойная молекула кислорода), и создается  $O_3$  (тройная молекула кислорода) под воздействием тепла Солнца.

*[Примечание: Подчеркнутая часть ответа соответствует элементу 3. Вторым элементом не принимается, т. к. Солнце не участвует в образовании озона ( $O + O_2$ ), а способствует только расщеплению связей в кислороде  $O_2$ .]*

### **Ответ не принимается**

Код 01: Нет ни одного правильного элемента.

- Солнце (ультрафиолетовые лучи) сжигает озоновый слой и разрушает его. Маленькие человечки составляют озоновый слой, и они убегают от Солнца, потому что оно очень горячее. *[Примечание: Ответ не принимается, даже если как-то упоминается влияние Солнца.]*
- Солнце сжигает озон на первом рисунке. На втором рисунке они в слезах разбегаются, на третьем рисунке они все обнимаются в слезах.
- Очень просто, дядя. "O" – это частичка кислорода, рядом с "O" показано число частичек в группе.

Код 99: Ответ отсутствует.

### **Вопрос 2: ОЗОН**

Озон также образуется во время грозы. Благодаря ему после грозы появляется характерный запах. В строках текста 9-14 автор объясняет разницу между «вредным» и «полезным» озоном.

Используя термины, приведенные в статье, ответьте на вопрос: каким является озон, образующийся во время грозы, «полезным» или «вредным»?

Выберите ответ и объяснение, которое подтверждается текстом.

	<b>Вредный озон или полезный?</b>	<b>Объяснение</b>
<b>A</b>	Вредный	Образуется при плохой погоде.
<b>B</b>	Вредный	Образуется в тропосфере.
<b>C</b>	Полезный	Образуется в стратосфере.
<b>D</b>	Полезный	Хорошо пахнет.

### **ОЗОН: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 2**

ЦЕЛЬ ВОПРОСА: Процесс: Формулировка/оценка выводов.

Тема: Атмосферное изменение.

Область: Наука в сфере Земли и окружающей среды.

### **Ответ принимается полностью**

Код 1: B. Вредный. Образуется в тропосфере.

### **Ответ не принимается**

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

## Вопрос 5: ОЗОН

В строках 15-17 говорится: «Без этого полезного озонового слоя, люди были бы более восприимчивы к определенным заболеваниям, которые развиваются вследствие облучения ультрафиолетовыми лучами Солнца».

Назовите одно из таких заболеваний.

.....

### ОЗОН: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 5

ЦЕЛЬ ВОПРОСА: Процесс: Демонстрация знаний и понимания.

Тема: Психологическое изменение.

Область: Наука в сфере жизни и здоровья.

#### **Ответ принимается полностью**

Код 1: Указывает на рак кожи или другие заболевания, связанные с солнечным облучением.

- Рак кожи.
- Меланома. [Примечание: Этот ответ можно рассматривать как правильный, хотя он содержит ошибку в написании.]
- Катаракта.

#### **Ответ не принимается**

Код 0: Указывает на другой вариант рака.

- Рак легких.

ИЛИ Ссылается только на рак.

- Рак.

ИЛИ Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

## Вопрос 3: ОЗОН

В конце текста говорится о международной конференции в Монреале. На этой конференции обсуждались многие вопросы, касающиеся возможного истощения озонового слоя. Два из этих вопросов приведены в таблице ниже.

Могут ли научные исследования дать ответ на приведенные ниже вопросы?

Обведите «Да» или «Нет» напротив каждого вопроса.

Вопрос	Можно ли найти ответ с помощью научных исследований?
Должны ли сомнения ученых о влиянии CFC на озоновый слой быть причиной пассивности властей?	Да / Нет
Чему была бы равна концентрация CFC в атмосфере в 2002 году, если бы в атмосферу попало то же количество CFC, что и сейчас?	Да / Нет

### **ОЗОН: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 3**

ЦЕЛЬ ВОПРОСА: Процесс: Распознавание вопросов.

Тема: Атмосферное изменение.

Область: Наука в сфере Земли и окружающей среды.

#### ***Ответ принимается полностью***

Код 1: Два правильных ответа в следующем порядке: Нет, Да.

#### ***Ответ не принимается***

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.



# КУКУРУЗА

## ГОЛЛАНДЕЦ ИСПОЛЬЗУЕТ КУКУРУЗУ В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА

В печи Аuke Ферверда спокойно горят тихим пламенем несколько бревен. Из бумажного мешка, стоящего рядом с печью, он достает горсть кукурузы и кидает ее в печь. Огонь тут же вспыхивает ярче. «Посмотри, – говорит Ферверда. – Окошко в печи осталось чистым и прозрачным. Горение завершено». Ферверда говорит, что кукурузу можно использовать в качестве топлива, а также как корм для скота. Он считает, что это топливо будущего.

Ферверда утверждает, что кукуруза, используемая в качестве корма для скота, также может быть топливом. Коровы едят кукурузу, чтобы получить нужную энергию. Однако Ферверда поясняет, что продажа кукурузы как топлива, а не корма для животных может быть более прибыльным делом для фермеров.

Ферверда уверен, что в будущем кукуруза будет широко использоваться в качестве топлива. Он представляет, как будет происходить сбор урожая, как будет храниться, сушиться и упаковываться зерно по мешкам для продажи.

Ферверда сейчас изучает, можно ли использовать цельную кукурузу в качестве топлива, но он еще не пришел к окончательному выводу.

Кроме этого, Ферверда должен понять, что большое внимание уделяется углекислому газу. Углекислый газ считается главной причиной усиления парникового эффекта. Считается, что усиление парникового эффекта является причиной повышения средней температуры атмосферы Земли.

По мнению Ферверда ничего плохого в углекислом газе нет. Наоборот, он отмечает, что растения поглощают и преобразовывают его в кислород для людей.

Однако планы голландца могут не совпадать с планами государства, которое прилагает усилия, чтобы уменьшить количество выбросов углекислого газа. Ферверда заявляет: «Многие ученые утверждают, что углекислый газ не является главной причиной парникового эффекта».

## Вопрос 2: КУКУРУЗА

Ферверда сравнивает кукурузу, используемую в качестве топлива, с кукурузой, используемой в качестве пищи.

В первой колонке таблицы, представленной ниже, находится список того, что происходит с кукурузой, когда ее сжигают.

Происходят ли те же процессы, когда кукуруза работает как топливо в теле животного?

Обведите Да или Нет напротив каждого утверждения.

Когда кукурузу сжигают...	Происходит ли то же самое, когда кукуруза работает как топливо в теле животного?
Поглощается кислород.	Да / Нет
Вырабатывается углекислый газ.	Да / Нет

Вырабатывается энергия.	Да / Нет
-------------------------	----------

## **КУКУРУЗА: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 2**

### ***Ответ принимается полностью***

Код 1: Три правильных ответа: Да, Да, Да.

### ***Ответ не принимается***

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

## **Вопрос 5: КУКУРУЗА**

В данной статье описывается процесс преобразования углекислого газа: «...растения поглощают и преобразовывают его в кислород...».

В преобразовании, помимо углекислого газа и кислорода, участвуют и другие элементы. Преобразование можно представить следующим способом:

Углекислый газ + вода → кислород +

Напишите в окошке название отсутствующего вещества.

## **КУКУРУЗА: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 5**

### ***Ответ принимается полностью***

Код 1: Одно из следующих названий:

- глюкоза;
- сахар(ы);
- углевод(ы);
- сахарид(ы);
- крахмал.

### ***Ответ не принимается***

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

## **Вопрос 7: КУКУРУЗА**

В конце статьи голландец рассказывает о том, что ученые считают, что углекислый газ не является главной причиной парникового эффекта.

Анна нашла следующую таблицу, которая содержит информацию о влиянии четырех газов на парниковый эффект:

Относительный парниковый эффект на молекулу газа			
Углекислый газ	Метан	Оксид азота	Хлорфторуглеводы
1	30	160	17 000

Анна не может сделать вывод о том, какой газ является главной причиной усиления парникового эффекта, основываясь только на этой таблице. Для этого информацию из таблицы необходимо дополнить другими данными.

Какую информацию должна найти Анна?

- A. Данные о происхождении четырех газов.
- B. Данные о поглощении четырех газов растениями.
- C. Данные о размере всех четырех типов молекул.
- D. Данные о содержании всех четырех газов в атмосфере.

#### **КУКУРУЗА: ОЦЕНКА ОТВЕТА НА ВОПРОС 7**

***Ответ принимается полностью***

Код 1: D. Данные о содержании всех четырех газов в атмосфере.

***Ответ не принимается***

Код 0: Другие ответы.

Код 9: Ответ отсутствует.

# ЧАСТЬ 2: СПЕЦИФИКАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ

## INTRODUCTION: SCIENTIFIC LITERACY & WHY IT MATTERS

1. This document provides a description and rationale for the framework that forms the basis of the instrument to assess *scientific literacy* – the major domain for PISA 2015. Previous PISA frameworks for the science assessment (OECD, 1999, OECD, 2003, OECD, 2006) have elaborated a conception of scientific literacy as the central construct for science assessment. These documents have established a broad consensus among science educators of the concept of scientific literacy. This framework for PISA 2015 refines and extends the previous construct – in particular by drawing on the PISA 2006 framework that was used as the basis for assessment in 2006, 2009 and 2012.

2. Scientific literacy matters at both the national and international level as humanity faces major challenges in providing sufficient water and food, controlling diseases, generating sufficient energy and adapting to climate change (UNEP, 2012). Many of these issues arise, however, at the local level where individuals may be faced with decisions about practices that affect their own health and food supplies, the appropriate use of materials and new technologies, and decisions about energy use. Dealing with all of these challenges will require a major contribution from science and technology. Yet, as argued by the European Commission, the solutions to political and ethical dilemmas involving science and technology ‘cannot be the subject of informed debate unless young people possess certain scientific awareness’ (European Commission, 1995, p.28). Moreover, ‘this does not mean turning everyone into a scientific expert, but enabling them to fulfil an enlightened role in making choices which affect their environment and to understand in broad terms the social implications of debates between experts’ (*ibid.* p.28). Given that knowledge of science and science-based technology contributes significantly to individuals’ personal, social, and professional lives an understanding of science and technology is thus central to a young person’s ‘preparedness for life’.

3. Becoming scientifically literate embodies the idea that the purposes of science education should be both broad and applied. Thus, within this framework, the concept of scientific literacy *refers both to a knowledge of science and science-based technology*. It should be noted, however, that science and technology do differ in their purposes, processes, and products. Technology seeks the optimal solution to a human problem and there may be more than one optimal solution. In contrast, science seeks the answer to a specific question about the natural material world. Nevertheless, the two are closely related. For instance, new scientific knowledge enables new technologies such as the advances in material science that led to the development of the transistor in 1948. Likewise new technologies can lead to new scientific knowledge such as the transformation of our knowledge of the universe through the development of better telescopes. As individuals, we make decisions and choices that influence the directions of new technologies e.g., to drive smaller, more fuel-efficient cars. The scientifically literate individual should therefore be able to make more informed choices. They should also be able to recognise that, whilst science and technology are often a source of solutions, paradoxically, they can also be seen as a source of risk, generating new problems which, in turn, may require science and technology to resolve. Therefore, individuals need to be able to consider the implications of the application of scientific knowledge and the issues it might pose for themselves or the wider society.

4. Scientific literacy also requires not just knowledge of the concepts and theories of science but also a knowledge of the common procedures and practices associated with scientific enquiry and how these 4

enable science to advance. Therefore, individuals who are scientifically literate have a knowledge of the major conceptions and ideas that form the foundation of scientific and technological thought; how such knowledge has been derived; and the degree to which such knowledge is justified by evidence or theoretical explanations.

5. Undoubtedly, many of the challenges of the 21<sup>st</sup> century will require innovative solutions that have a basis in scientific thinking and scientific discovery. Societies will therefore require a cadre of well-educated scientists to undertake the research and the scientific and technological innovation that will be essential to meet the economic, social and environmental challenges which the world will face. To engage with the wider society, such scientists will also need to be both knowledgeable about science and highly scientifically literate with a deep understanding of the nature of science, its limitations and the consequences of its application.

6. For all of these reasons, scientific literacy is perceived to be a key competency (Rychen & Salganik, 2003) and defined in terms of the ability to use knowledge and information interactively – that is ‘an understanding of how it [a knowledge of science] changes the way one can interact with the world and how it can be used to accomplish broader goals’ (p.10). As such it represents a major goal for science education for *all* students. Therefore the view of scientific literacy which forms the basis for the 2015 international assessment of 15-year-olds is a response to the question: *What is important for young people to know, value, and be able to do in situations involving science and technology?*

7. This framework offers a rationale and elaborated description of what is meant by the term *scientific literacy*. It is this construct that forms the foundation of the PISA science assessments. Within this document, the construct of scientific literacy is defined in terms of a set of competencies that a scientifically literate individual would be expected to display. These competencies form the basis of the construct to be tested (William, 2010).

## SCIENTIFIC LITERACY: TOWARDS A DEFINITION

8. Current thinking about the desired outcomes of science education is rooted strongly in a belief that an understanding of science is so important that it should be a feature of every young person's education (American Association for the Advancement of Science, 1989; Confederacion de Sociedades Cientificas de España, 2011; Fensham, 1985; Millar & Osborne, 1998; National Research Council, 2012 Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK), 2005; Taiwan Ministry of Education, 1999). Indeed, in many countries science is an obligatory element of the school curriculum from kindergarten until the completion of compulsory education.

9. Many of the documents and policy statements cited above give pre-eminence to an education for citizenship. However, internationally many of the curricula for school science are based on a view that the primary goal of science education should be the preparation of the next generation of scientists (Millar & Osborne, 1998). These two goals are not always compatible. Attempts to resolve the tension between the needs of the majority of students who will not become scientists and the needs of the minority who will have led to an emphasis on teaching science through enquiry (National Academy of Science, 1995; National Research Council, 2000), and new curriculum models (Millar, 2006) that address the needs of both groups. The emphasis in these frameworks and their associated curricula lies not on producing individuals who will be producers of scientific knowledge. Rather, it is on educating young people to become informed critical consumers of scientific knowledge – a competency that all individuals are expected to need during their lifetimes.

10. To understand and engage in critical discussion about issues that involve science and technology requires three domain-specific competencies. The first is the ability to provide explanatory accounts of natural phenomena, technical artefacts and technologies and their implications for society. Such an ability requires a knowledge of the major explanatory ideas of science and the questions that frame the practice and goals of science. The second is the competency to use a knowledge and understanding of scientific enquiry to: identify questions that can be answered by scientific enquiry; identify whether appropriate procedures have been used; and propose ways in which such questions might possibly be addressed. The third is the competency to interpret and evaluate data and evidence scientifically and evaluate whether the conclusions are warranted. Thus, scientific literacy in PISA 2015 is defined by the three competencies to:

- Explain phenomena scientifically;
- Evaluate and design scientific enquiry; and
- Interpret data and evidence scientifically.

11. All of these competencies require knowledge. Explaining scientific and technological phenomena, for instance, demands a knowledge of the content of science – referred to hereinafter as content knowledge. The second and third competencies, however, require more than a knowledge of what we know. Rather, they depend on an understanding of how scientific knowledge is established and the degree of confidence with which it is held. Specific calls, therefore, have been made for teaching about what has variously been called 'the nature of science' (Lederman, 2006), 'ideas about science' (Millar & Osborne, 1998) or 'scientific practices' (National Research Council, 2012). Recognising and identifying the features that characterise scientific enquiry requires a knowledge of the standard procedures that are the foundation of the diverse methods and practices used to establish scientific knowledge – referred to here as procedural knowledge. Finally, the competencies require epistemic knowledge – an understanding

of the rationale for the common practices of scientific enquiry, the status of the knowledge claims that are generated, and the meaning of foundational terms such as theory, hypothesis and data.

12. Both procedural and epistemic knowledge are necessary to identify questions that are amenable to scientific enquiry, to judge whether appropriate procedures have been used to ensure that the claims are justified, and to distinguish scientific issues from matters of values or economic considerations. Of significance in developing this definition of scientific literacy is that, in their lifetimes individuals will need to acquire knowledge, not through scientific investigations, but through the use of resources such as libraries and the Internet. Procedural and epistemic knowledge are essential to deciding whether the many claims to knowledge that pervade contemporary media have been derived using appropriate procedures and are warranted.

### Scientific Knowledge: PISA 2015 Terminology

This document is based upon a view of scientific knowledge as consisting of three distinguishable but related elements. The first of these and the most familiar is a knowledge of the facts, concepts, ideas and theories about the natural world that science has established. For instance, how plants synthesise complex molecules using light and carbon dioxide or the particulate nature of matter. This kind of knowledge is referred to as “**content knowledge**” or “knowledge of the content of science”.

Knowledge of the procedures that scientists use to establish scientific knowledge is referred to as “**procedural knowledge**”. This is a knowledge of the practices and concepts on which empirical enquiry is based such as repeating measurements to minimise error and reduce uncertainty, the control of variables, and standard procedures for representing and communicating data (Millar, Lubben, Gott, & Duggan, 1995). More recently these have been elaborated as a set of “concepts of evidence” (Gott, Duggan, & Roberts, 2008).

Furthermore, understanding science as a practice also requires “**epistemic knowledge**” which refers to an understanding of the role of specific constructs and defining features essential to the process of knowledge building in science (Duschl, 2007). Epistemic knowledge includes an understanding of the function that questions, observations, theories, hypotheses, models, and arguments play in science, a recognition of the variety of forms of scientific enquiry, and the role peer review plays in establishing knowledge that can be trusted.

A more detailed discussion of these three forms of knowledge is provided in the later section on *Scientific Knowledge* and in Figures 4, 5 & 6.

13. People need all three forms of scientific knowledge to perform the three competencies of scientific literacy. Therefore PISA 2015 will focus on assessing the extent to which 15-year-olds are capable of displaying these competencies appropriately within in a range of personal, local, national and global contexts. This perspective differs from that of many school science programmes which are often dominated by content knowledge. Instead, the framework is based on a broader view of the kind of knowledge of science required by participating members of contemporary society.

14. In addition, the competency-based perspective also recognises that there is an affective element to a student’s display of these competencies – that is that their attitudes or disposition towards science will determine their level of interest, sustain their engagement, and may motivate them to take action (Schibeci, 1984). Thus, commonly the scientifically literate person would have an interest in scientific topics; engage with science-related issues; have a concern for issues of technology, resources, and the environment; and reflect on the importance of science from a personal and social perspective. This requirement does not mean that such individuals are

necessarily disposed towards science itself. Rather, such individuals recognise that science, technology and research in this domain are an essential element of contemporary culture that frames much of our thinking.

15. It is such considerations that have led to the following definition of scientific literacy for PISA 2015:

### **The 2015 Definition of Scientific Literacy**

Scientific Literacy is the ability to engage with science-related issues, and with the ideas of science, as a reflective citizen.

A scientifically literate person, therefore, is willing to engage in reasoned discourse about science and technology which requires the competencies to:

#### **1. Explain phenomena scientifically:**

- Recognise, offer and evaluate explanations for a range of natural and technological phenomena.

#### **2. Evaluate and design scientific enquiry:**

- Describe and appraise scientific investigations and propose ways of addressing questions scientifically.

#### **3. Interpret data and evidence scientifically:**

- Analyse and evaluate data, claims and arguments in a variety of representations and draw appropriate scientific conclusions.

### ***Explanatory Notes***

16. The following remarks are offered to clarify the meaning and use of this definition of scientific literacy for the purposes of the PISA 2015 assessment.

a) The term “scientific literacy” rather than “science” underscores the importance that the PISA science assessment places on the application of scientific knowledge in the context of life situations.

b) For the purposes of the PISA assessment, it should be noted that these competencies will only be tested using the knowledge that 15-year-old students can reasonably be expected to have of the concepts and ideas of science (content knowledge), the procedures and strategies used in all forms of scientific enquiry (procedural knowledge), and the manner in which ideas are justified and warranted in science (epistemic knowledge).

c) Finally, throughout this document, the term ‘natural world’ is used to refer to phenomena associated with any object or phenomenon occurring in the living or the material world.



## The Competencies Required for Scientific Literacy

### **Competency 1: Explain Phenomena Scientifically**

17. The cultural achievement of science has been to develop a set of explanatory theories that have transformed our understanding of the natural world, such as the idea that day and night is caused by a spinning Earth, or the idea that diseases can be caused by invisible micro-organisms. Moreover, such knowledge has enabled us to develop technologies that support human life enabling such things as the prevention of disease and rapid human communication across the globe. The competency to explain scientific and technological phenomena is thus dependent on a knowledge of these major explanatory ideas of science.

18. Explaining scientific phenomena, however, requires more than the ability to recall and use theories, explanatory ideas, information, and facts (**content knowledge**). Offering scientific explanation also requires an understanding of how such knowledge has been derived and the level of confidence we might hold about any scientific claims. For this competency, the individual requires a knowledge of the standard forms and procedures used in scientific enquiry to obtain such knowledge (**procedural knowledge**) and an understanding of their role and function in justifying the knowledge produced by science (**epistemic knowledge**).

### **Competency 2: Evaluate and Design Scientific Enquiry**

19. Scientific literacy implies that students should have some understanding of the goal of scientific enquiry which is to generate reliable knowledge about the natural world (Ziman, 1979). Data collected and obtained by observation and experiment, either in the laboratory or in the field, lead to the development of models and explanatory hypotheses that enable predictions that can then be tested experimentally. New ideas, however, commonly build on previous knowledge. Scientists themselves rarely work in isolation and are members of research groups or teams that engage in extensive collaboration with colleagues both nationally and internationally. New knowledge claims are always perceived to be provisional and may lack justification when subjected to critical peer review – the mechanism which the scientific community has established to ensure the objectivity of scientific knowledge (Longino, 1990). Hence scientists have a commitment to publish or report their findings and the methods used in obtaining the evidence. Doing so enables empirical studies, at least in principle, to be replicated and results confirmed or challenged. Measurements, however, can never be absolutely precise. Rather, they all contain a degree of error. Much of the work of the experimental scientist is, therefore, devoted to the resolution of uncertainty by repeating measurements, collecting larger samples, building instruments that are more accurate, and using statistical techniques that assess the degree of confidence in any result.

20. In addition, science has well established procedures such as the use of controls that are the foundations of a logical argument to establish cause and effect. The use of controls enables the scientist to claim that any change in a perceived outcome can be attributed to a change in one specific feature. Failure to use such techniques leads to results where effects are confounded and cannot be trusted. Likewise, double-blind trials enable scientists to claim that the results have not been influenced either by the subjects of the experiment, or by the experimenter themselves. Other scientists such as taxonomists and ecologists are engaged in the process of identifying underlying patterns and interactions in the natural world that warrant a search for an explanation. In other cases, such as evolution, plate tectonics or climate change, science relies on arguments that are an inference to the best explanation examining a range of hypotheses and eliminating those which do not fit with the evidence.

21. Facility with this competency draws on content knowledge, a knowledge of the common procedures used in science (**procedural knowledge**), and the function of these procedures in justifying any claims advanced by science (**epistemic knowledge**). Procedural and epistemic

knowledge serve two functions. First, such knowledge is required by individuals to appraise scientific investigations and decide whether they have followed appropriate procedures and whether the conclusions are warranted. Second, individuals who have this knowledge should be able to propose, at least in broad terms, how a scientific question might be investigated appropriately.

### **Competency 3: Interpret Data and Evidence Scientifically**

22. Interpreting data is such a core activity of all scientists that some rudimentary understanding of the process is essential for scientific literacy. Initially data interpretation begins with looking for patterns, constructing simple tables and graphical visualisations such as pie charts, bar graphs, scatterplots or Venn diagrams. At the higher level, it requires the use of more complex data sets and the use of the analytical tools offered by spreadsheets and statistical packages. It would be wrong, however, to conceive of this competency as merely a skill. A substantial body of knowledge is required to recognise what constitutes reliable and valid evidence and how to present data appropriately. Scientists make choices about how to represent the data in graphs, charts or, increasingly, in complex simulations or 3D visualisations. Any relationships or patterns must then be read using a knowledge of standard patterns. Whether uncertainty has been minimised by standard statistical techniques must also be considered. All of this draws on a body of **procedural knowledge**. The scientifically literate individual can also be expected to understand that uncertainty is an inherent feature of all measurement, and that one criterion for expressing our confidence in a finding is in terms of the probability that it might have occurred by chance.

23. It is not sufficient, however, to understand the procedures that have been applied to obtain any data set. The scientifically literate individual needs to be able to judge whether they are appropriate and the ensuing claims are justified (**epistemic knowledge**). For instance, many sets of data can be interpreted in multiple ways. Argumentation and critique, therefore are essential to determining which is the most appropriate conclusion. Whether it is new theories, novel ways of collecting data, or fresh interpretations of old data, argumentation is the means that scientists and technologists use to make their case for new ideas. Disagreement amongst scientists is therefore normal rather than extraordinary. Resolution of which interpretation is the best requires a knowledge of science (**content knowledge**) and critique. Through this process science has managed to achieve consensus about key explanatory ideas and concepts (Longino, 1990). Indeed, it is a critical and sceptical disposition towards all empirical evidence that many would see as the hallmark of the professional scientist. The scientifically literate individual would understand the function and purpose of argument and critique and why it is essential to the construction of knowledge in science. In addition, they should have the competency both to construct claims that are justified by data and to identify any flaws in the arguments of others.

### **The Evolution of the Definition of Scientific Literacy in PISA**

24. In PISA 2000 and 2003, scientific literacy was defined as follows:

“Scientific literacy is the capacity to use scientific knowledge, to identify questions and to draw evidence-based conclusions in order to understand and help make decisions about the natural world and the changes made to it through human activity.” (OECD, 2000, 2003)

25. In 2000 and 2003 the definition embedded knowledge of science and understandings *about* science within the one term ‘scientific knowledge’. The 2006 definition separated and elaborated the term ‘scientific knowledge’ by resolving it into two components ‘knowledge *of* science’ and ‘knowledge *about* science’ (OECD, 2006). Both definitions, however, referred to the application of scientific knowledge to understanding, and making informed decisions about, the natural world. In PISA 2006, the definition was enhanced by the addition of knowledge of the relationship between science and technology – an aspect that was assumed but not elaborated in the 2003 definition.

26. The PISA 2015 definition of scientific literacy is an evolution of these ideas. The major difference is that the notion of “knowledge *about* science” has been specified more clearly and split into two components – **procedural** knowledge and **epistemic** knowledge.

27. In 2006 the PISA framework was also expanded to include attitudinal aspects of students’ responses to scientific and technological issues within the construct of scientific literacy. In 2006, attitudes were measured in two ways – through the student questionnaire and through items embedded in the student test. Discrepancies were found between the results from the embedded questions and those from the background questionnaire with respect to ‘interest in science’ for all students and the gender difference on these issues (OECD, 2009; see also: Drechsel, Carstensen & Prenzel, 2011). More importantly, embedded items extended the length of the test. Hence for the 2015 framework attitudinal aspects will only be measured through the student questionnaire and there will be no embedded attitudinal items. As to the constructs measured within this domain, the first (‘Interest in science’) and third (‘Environmental awareness’) remain the same as in 2006. The second ‘Support for scientific enquiry’, however, has been changed to a measure of ‘Valuing scientific approaches to enquiry’ – which is essentially a change in terminology to better reflect what is measured.

28. Finally, the contexts for assessment in PISA 2015 have been changed from ‘Personal, Social and Global’ in the 2006 Assessment to ‘Personal, Local/National and Global’ to make the headings more coherent.

29. In summary, the 2015 definition builds on and develops the 2006 definition. Other changes, for example elaborating the concepts of procedural and epistemic knowledge, represent a more detailed specification of particular aspects that were embedded or assumed in earlier definitions.

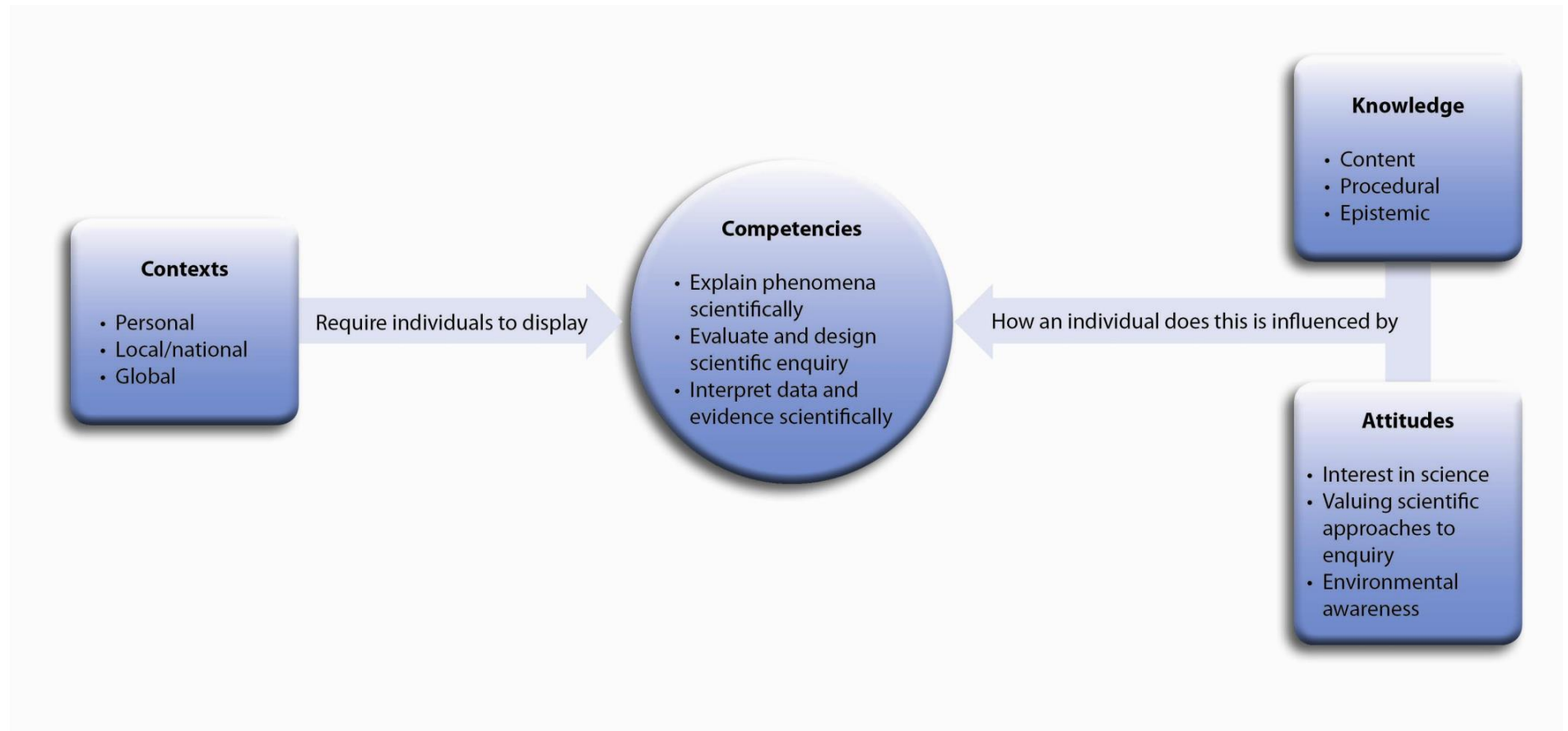
## ORGANISATION OF THE DOMAIN

30. For purposes of assessment, the PISA 2015 definition of scientific literacy may be characterised as consisting of four interrelated aspects (see Figure 1).

<b>Contexts</b>	Personal, local, national and global issues, both current and historical, which demand some understanding of science and technology.
<b>Knowledge</b>	An understanding of the major facts, concepts and explanatory theories that form the basis of scientific knowledge. Such knowledge includes both knowledge of the natural world and technological artefacts ( <b>content knowledge</b> ), knowledge of how such ideas are produced ( <b>procedural knowledge</b> ) and an understanding of the underlying rationale for these procedures and the justification for their use ( <b>epistemic knowledge</b> ).
<b>Competencies</b>	The ability to explain phenomena scientifically, evaluate and design scientific enquiry, and interpret data and evidence scientifically.
<b>Attitudes</b>	A set of attitudes towards science indicated by an interest in science and technology; valuing of scientific approaches to enquiry, where appropriate, and a perception and awareness of environmental issues.

31. Each of these aspects is now discussed further below.

Figure 1. Framework for PISA 2015 Scientific Literacy Assessment



## **Contexts for Assessment Items**

32. PISA 2015 will assess important scientific knowledge using contexts that raise issues and choices that are relevant to the science education curricula of participating countries. Such contexts will not, however, be restricted to the common aspects of participants' national curricula. Rather, the assessment will require evidence of the successful use of the three competencies required for scientific literacy in important situations reflecting personal, local, national and global contexts.

33. Assessment items will not be limited to school science contexts. In the PISA 2015 scientific literacy assessment, the focus of the items will be on situations relating to the self, family and peer groups (personal), to the community (local and national), and to life across the world (global). Technology based topics may be used as a common context. Also, appropriate to some topics are historical contexts which may be used to assess students' understanding of the processes and practices that are involved in advancing scientific knowledge.

34. Figure 2 lists the applications of science and technology, within personal, local, national and global settings that are primarily used as the contexts for assessment items. The applications will be drawn from a wide variety of life situations and will be generally consistent with the areas of application for scientific literacy in the previous PISA frameworks. The contexts will also be chosen in light of their relevance to students' interests and lives. The areas of application are: health and disease, natural resources, environmental quality, hazards, and the frontiers of science and technology. They are the areas in which scientific literacy has particular value for individuals and communities in enhancing and sustaining quality of life, and in the development of public policy.

**Figure 2. Contexts for the PISA 2015 Scientific Literacy Assessment**

	<b>Personal</b>	<b>Local/National</b>	<b>Global</b>
<b>Health &amp; Disease</b>	Maintenance of health, accidents, nutrition	Control of disease, social transmission, food choices, community health	Epidemics, spread of infectious diseases
<b>Natural Resources</b>	Personal consumption of materials and energy	Maintenance of human populations, quality of life, security, production and distribution of food, energy supply	Maintenance of human populations, quality of life, security, production and distribution of food, energy supply
<b>Environmental Quality</b>	Environmentally friendly actions, use and disposal of materials and devices	Population distribution, disposal of waste, environmental impact	Biodiversity, ecological sustainability, control of pollution, production and loss of soil/biomass
<b>Hazards</b>	Risk assessments of lifestyle choices	Rapid changes [e.g., earthquakes, severe weather], slow and progressive changes [e.g., coastal erosion, sedimentation], risk assessment	Climate change, impact of modern communication
<b>Frontiers of Science and Technology</b>	Scientific aspects of hobbies, personal technology, music and sporting activities	New materials, devices and processes, genetic modifications, health technology, transport	Extinction of species, exploration of space, origin and structure of the Universe

35. The PISA science assessment, however, is *not* an assessment of contexts. Rather, it assesses competencies and knowledge *in* specific contexts. The selection of these contexts, however, will be chosen on the basis of the knowledge and understanding that students are likely to have acquired by the age of fifteen.

36. Sensitivity to linguistic and cultural differences will be a priority in item development and selection, not only for the sake of the validity of the assessment, but also to respect these differences in participating countries. In developing any international test it is not possible, however, to include the differences in traditional and local knowledge about natural phenomena that exists between participating countries. This is not to deny, however, the contribution such knowledge can and has made to their respective cultures.

### **Scientific Competencies**

37. Figure 3a-c provides an elaborated description of the kinds of performance expected for a display of the three competencies required for scientific literacy. The set of scientific competencies in Figure 3a-c reflects a view that science is best seen as an ensemble of social and epistemic

practices which are common across all sciences (National Research Council, 2012). Hence, all these competencies are framed as actions. They are written in this manner to convey the idea of what the scientifically literate person both understands and is capable of doing. Fluency with these practices is, in part, what distinguishes the expert scientist from the novice. Whilst it would be unreasonable to expect a 15-year-old student to have the expertise of a scientist, a scientifically literate student can be expected to appreciate their role and significance and undertake an approximation of the practice described.

**Figure 3a. PISA 2015 Scientific Competencies**

Explain phenomena scientifically
<p>Recognise, offer and evaluate explanations for a range of natural and technological phenomena demonstrating the ability to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recall and apply appropriate scientific knowledge;</li> <li>• Identify, use and generate explanatory models and representations;</li> <li>• Make and justify appropriate predictions;</li> <li>• Offer explanatory hypotheses;</li> <li>• Explain the potential implications of scientific knowledge for society.</li> </ul>

38. Demonstrating the competency of *explaining phenomena scientifically* requires students to recall the appropriate content knowledge in a given situation and use it to interpret and provide an explanation for the phenomenon of interest. Such knowledge can also be used to generate tentative explanatory hypotheses in contexts where there is a lack of knowledge or data. A scientifically literate person should be expected to draw on standard scientific models to construct simple representations to explain everyday phenomena such as why antibiotics do not kill viruses, how a microwave oven works, or why gases are compressible but liquids are not and use these to make predictions. This competency includes the ability to describe or interpret phenomena and predict possible changes. In addition, it may involve recognising or identifying appropriate descriptions, explanations, and predictions.

**Figure 3b. PISA 2015 Scientific Competencies**

Evaluate and design scientific enquiry
<p>Describe and appraise scientific investigations and propose ways of addressing questions scientifically demonstrating the ability to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identify the question explored in a given scientific study;</li> <li>• Distinguish questions that are possible to investigate scientifically;</li> <li>• Propose a way of exploring a given question scientifically;</li> <li>• Evaluate ways of exploring a given question scientifically;</li> <li>• Describe and evaluate a range of ways that scientists use to ensure the reliability of data and the objectivity and generalisability of explanations.</li> </ul>

39. The competency of *evaluating and designing scientific enquiry* is required to evaluate reports of scientific findings and investigations critically. It is reliant on the ability to discriminate scientific questions from other forms of enquiry or recognise questions that could be investigated scientifically in a given context. This competency requires a knowledge of the key features of a scientific investigation, for example, what things should be measured, what variables should be



changed or controlled, or what action should be taken so that accurate and precise data can be collected. It requires an ability to evaluate the quality of data, which in turn depends on recognising that data are not always completely accurate. It also requires the competency to identify if an investigation is driven by an underlying theoretical premise or, alternatively, whether it seeks to determine identifiable patterns.

40. A scientifically literate person should also be able to recognise the significance of previous research in judging the value of any given scientific enquiry. Such knowledge is needed to situate the work and judge the importance of any possible outcomes. For instance, that the search for a malaria vaccine has been an on-going programme of scientific research for several decades. Hence, given the number of people who are killed by malarial infections, any findings that suggested a vaccine would be achievable would be of substantial significance. Moreover, students need to understand the importance of developing a sceptical disposition to all media reports in science recognising that all research builds on previous work, that the findings of any one study are always subject to uncertainty, and that the study may be biased by the sources of funding. This competency requires students to possess both procedural and epistemic knowledge but may also draw, to varying degrees, on their content knowledge of science.

**Figure 3c. PISA 2015 Scientific Competencies**

Interpret data and evidence scientifically
<p>Analyse and evaluate scientific data, claims and arguments in a variety of representations and draw appropriate conclusions demonstrating the ability to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transform data from one representation to another;</li> <li>• Analyse and interpret data and draw appropriate conclusions;</li> <li>• Identify the assumptions, evidence and reasoning in science-related texts;</li> <li>• Distinguish between arguments which are based on scientific evidence and theory and those based on other considerations;</li> <li>• Evaluate scientific arguments and evidence from different sources (<i>e.g.</i> newspaper, internet, journals).</li> </ul>

41. A scientifically literate person should be able to interpret and make sense of basic forms of scientific data and evidence that are used to make claims and draw conclusions. The display of such competency can require all three forms of knowledge of science.

42. Those who possess this competency should be able to interpret the meaning of scientific evidence and its implications to a specified audience in their own words, using diagrams or other representations as appropriate. This competency requires the use of mathematical tools to analyse or summarise data, and the ability to use standard methods to transform data to different representations.

43. This competency also includes accessing scientific information and producing and evaluating arguments and conclusions based on scientific evidence (Kuhn, 2010; Osborne, 2010). It may also involve evaluating alternative conclusions using evidence; giving reasons for or against a given conclusion using procedural or epistemic knowledge; and identifying the assumptions made in reaching a conclusion. In short, the scientifically literate individual should be able to identify logical or flawed connections between evidence and conclusions.

### **Scientific Knowledge**

44. The three competencies required for scientific literacy require three forms of knowledge that are discussed below.

### **Content Knowledge**

45. Only a *sample* of the content domain of science can be assessed in the PISA 2015 scientific literacy assessment. Hence, it is important that clear criteria are used to guide the selection of knowledge that is assessed. These are that knowledge to be assessed will be selected from the major fields of physics, chemistry, biology, earth and space sciences such that the knowledge:

- has relevance to real-life situations;
- represents an important scientific concept or major explanatory theory that has enduring utility;
- is appropriate to the developmental level of 15-year-olds.

46. Therefore it will be assumed that students have some knowledge and understanding of the major explanatory ideas and theories of science such as our understanding of the history and scale of the Universe, the particle model of matter, and the theory of evolution by natural selection. These examples of major explanatory ideas are provided for illustrative purposes and there has been no attempt to list comprehensively all the ideas and theories that might be seen to be fundamental for a scientifically literate individual.

47. Figure 4 shows the content knowledge categories and examples selected by applying these criteria. Such knowledge is required for understanding the natural world and for making sense of experiences in personal, local, national, and global contexts. The framework uses the term “systems” instead of “sciences” in the descriptors of the content knowledge. The intention is to convey the idea that citizens have to understand concepts from the physical and life sciences, earth and space sciences, and their application in contexts where the elements of knowledge are interdependent or interdisciplinary. Things viewed as subsystems at one scale may themselves be viewed as whole systems at a smaller scale. For example, the circulatory system can be seen as an entity in itself or as a subsystem of the human body; a molecule can be studied as a stable configuration of atoms but also as a subsystem of a cell or a gas. Hence, applying scientific knowledge and deploying scientific competencies requires consideration of which system and which boundaries apply to any particular context.

**Figure 4. Knowledge of the Content of Science in PISA 2015**

<b>Physical Systems that require knowledge of:</b>
Structure of matter (e.g., particle model, bonds) Properties of matter (e.g., changes of state, thermal and electrical conductivity) Chemical changes of matter (e.g., chemical reactions, energy transfer, acids/bases) Motion and forces (e.g., velocity, friction) and action at a distance (e.g., magnetic, gravitational and electrostatic forces) Energy and its transformation (e.g., conservation, dissipation, chemical reactions) Interactions between energy and matter (e.g., light and radio waves, sound and seismic waves)
<b>Living Systems that require knowledge of:</b>
Cells (e.g., structures and function, DNA, plant and animal) The concept of an organism (e.g., unicellular and multicellular) Humans (e.g., health, nutrition, subsystems such as digestion, respiration, circulation, excretion, reproduction and their relationship) Populations (e.g., species, evolution, biodiversity, genetic variation) Ecosystems (e.g., food chains, matter and energy flow) Biosphere (e.g., ecosystem services, sustainability)
<b>Earth and Space Systems that require knowledge of:</b>
Structures of the Earth systems (e.g., lithosphere, atmosphere, hydrosphere) Energy in the Earth systems (e.g., sources, global climate) Change in Earth systems (e.g., plate tectonics, geochemical cycles, constructive and destructive forces) Earth's history (e.g., fossils, origin and evolution) Earth in space (e.g., gravity, solar systems, galaxies) The history and scale of the Universe and its history (e.g., light year, Big Bang theory)

## **Procedural Knowledge**

48. A fundamental goal of science is to generate explanatory accounts of the material world. Tentative explanatory accounts are first developed and then tested through empirical enquiry. Empirical enquiry is reliant on certain well-established concepts such as the notion of dependent and independent variables, the control of variables, types of measurement, forms of error, methods for minimising error, common patterns observed in data, and methods of presenting data. It is this knowledge of the concepts and procedures that are essential for scientific enquiry that underpins the collection, analysis and interpretation of scientific data. Such ideas form a body of procedural knowledge which has also been called 'concepts of evidence' (Gott, Duggan, & Roberts, 2008; Millar, Lubben, Gott, & Duggan, 1995). One can think of procedural knowledge as knowledge of the standard procedures scientists use to obtain reliable and valid data. Such knowledge is needed both to undertake scientific enquiry and engage in critical review of the evidence that might be used to support particular claims. It is expected, for instance, that students will know that scientific knowledge has differing degrees of certainty associated with it and can explain why, for instance, that there is a difference between the confidence associated with measurements of the speed of light (which has been measured many times with ever more accurate instrumentation) and measurements of fish stocks in the North Atlantic or the mountain lion population in California. The examples listed in Figure 5 convey the general features of procedural knowledge that may be tested.

**Figure 5. PISA 2015 Procedural Knowledge**

<b>Procedural Knowledge</b>
The concept of variables including dependent, independent and control variables;
Concepts of measurement <i>e.g.</i> , quantitative [measurements], qualitative [observations], the use of a scale, categorical and continuous variables;
Ways of assessing and minimising uncertainty such as repeating and averaging measurements;
Mechanisms to ensure the replicability (closeness of agreement between repeated measures of the same quantity) and accuracy of data (the closeness of agreement between a measured quantity and a true value of the measure);
Common ways of abstracting and representing data using tables, graphs and charts and their appropriate use;
The control of variables strategy and its role in experimental design or the use of randomised controlled trials to avoid confounded findings and identify possible causal mechanisms;
The nature of an appropriate design for a given scientific question <i>e.g.</i> , experimental, field based or pattern seeking.

## ***Epistemic Knowledge***

49. Epistemic knowledge is a knowledge of the constructs and defining features essential to the process of knowledge building in science and *their role in justifying* the knowledge produced by science *e.g.*, a hypothesis, a theory or an observation *and* its role in contributing to how we know what we know (Duschl, 2007). Those who have such knowledge can explain, with examples, the distinction between a scientific theory and a hypothesis or a scientific fact and an observation. They would know that the construction of models, be they directly representational, abstract or mathematical, is a key feature of science and that such models are akin to maps rather than accurate pictures of the material world. They would, for instance, recognise that any particle model of matter is an idealised representation of matter and be able to explain how the Bohr model is a limited model of what we know about the atom and its constituent parts. They will recognise that the conception of a 'theory' as used in science is not the same as the notion of a 'theory' in everyday language where it is used as a synonym for a 'guess' or a 'hunch'. Whereas procedural knowledge is required to explain what is meant by the control of variables strategy, being able to explain *why* the use of the control of variables strategy or replication of measurements is central to establishing knowledge in science is epistemic knowledge.

50. Scientifically literate individuals will also understand that scientists draw on data to advance claims to knowledge and that argument is a commonplace feature of science. In particular, they will know that some arguments in science are hypothetico-deductive (*e.g.*, Copernicus' argument for the heliocentric system), some are inductive (the conservation of energy), and some are an inference to the best explanation (Darwin's theory of evolution or Wegener's argument for moving continents). Also understood would be the role and significance of peer review as the mechanism that the scientific community has established for testing claims to new knowledge. As such, epistemic knowledge provides a rationale for the procedures and practices in which scientists engage, a knowledge of the structures and defining features which guide scientific enquiry, and the foundation for the basis of belief in the claims that science makes about the natural world.

51. Figure 6 represents what are considered to be the major features of epistemic knowledge necessary for scientific literacy.

**Figure 6. PISA 2015 Epistemic Knowledge**

Epistemic Knowledge
<p>The constructs and defining features of science. That is:</p> <p>The nature of scientific observations, facts, hypotheses, models and theories;</p> <p>The purpose and goals of science (to produce explanations of the natural world) as distinguished from technology (to produce an optimal solution to human need), what constitutes a scientific or technological question and appropriate data;</p> <p>The values of science e.g., a commitment to publication, objectivity and the elimination of bias;</p> <p>The nature of reasoning used in science e.g., deductive, inductive, inference to the best explanation (abductive), analogical, and model-based;</p> <p>The role of these constructs and features in justifying the knowledge produced by science.</p> <p>That is:</p> <p>How scientific claims are supported by data and reasoning in science;</p> <p>The function of different forms of empirical enquiry in establishing knowledge, their goal (to test explanatory hypotheses or identify patterns) and their design (observation, controlled experiments, correlational studies);</p> <p>How measurement error affects the degree of confidence in scientific knowledge;</p> <p>The use and role of physical, system and abstract models and their limits;</p> <p>The role of collaboration and critique and how peer review helps to establish confidence in scientific claims;</p> <p>The role of scientific knowledge, along with other forms of knowledge, in identifying and addressing societal and technological issues.</p>

52. Epistemic knowledge is most likely to be tested in a pragmatic fashion in a context where a student is required to interpret and answer a question that requires some epistemic knowledge rather than assessing directly whether they understand the features in Figure 6. For instance, students may be asked to identify whether the conclusions are justified by the data or what piece of evidence best supports the hypothesis advanced in an item and explain why.

### **Sample Items**

53. In this section, three examples of science units are presented. The first is from PISA 2006, and is included to demonstrate the linkage between the 2006 and the 2015 framework. Questions from the unit are shown in the original paper based format and also how they might be transposed and presented onscreen. The second example is a new onscreen unit illustrating the 2015 scientific literacy framework. The third example illustrates an interactive simulated scientific enquiry environment enabling assessment within a rich contextual setting.

#### **Science example 1: Greenhouse**

54. Science example 1 is titled GREENHOUSE and deals with the increase of the average temperature of the Earth's atmosphere. The stimulus material consists of a short text introducing

the term “Greenhouse effect” and includes graphical information on the average temperature of the Earth’s atmosphere and the carbon dioxide emission on the Earth over time.

55. The area of application is Environment Quality within a global setting.

### **SCIENCE EXAMPLE 1: GREENHOUSE**

Read the texts and answer the questions that follow.

#### **THE GREENHOUSE EFFECT: FACT OR FICTION?**

Living things need energy to survive. The energy that sustains life on the Earth comes from the Sun, which radiates energy into space because it is so hot. A tiny proportion of this energy reaches the Earth.

The Earth’s atmosphere acts like a protective blanket over the surface of our planet, preventing the variations in temperature that would exist in an airless world.

Most of the radiated energy coming from the Sun passes through the Earth’s atmosphere. The Earth absorbs some of this energy, and some is reflected back from the Earth’s surface. Part of this reflected energy is absorbed by the atmosphere.

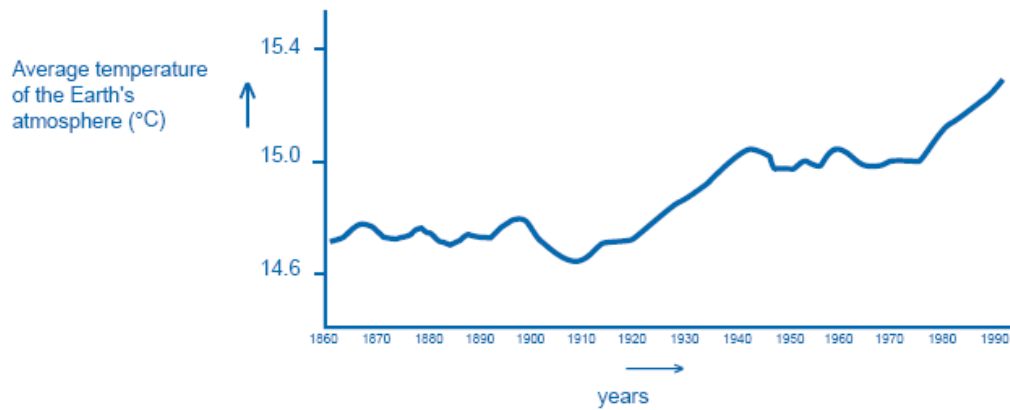
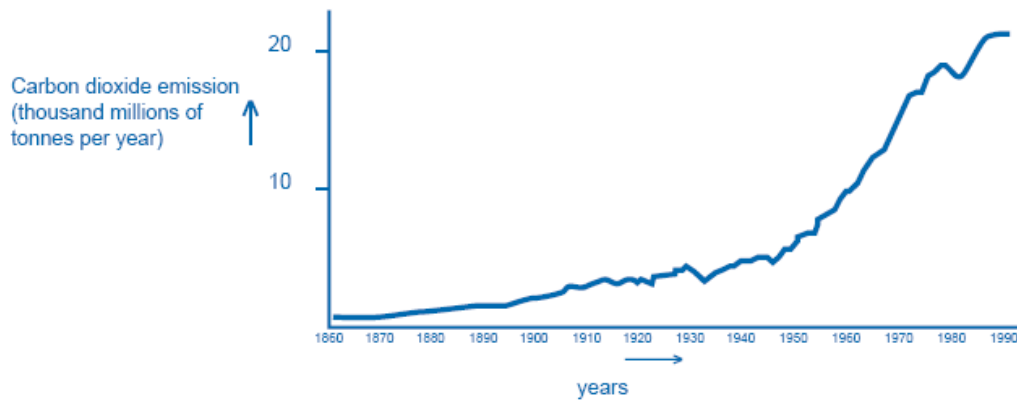
As a result of this the average temperature above the Earth’s surface is higher than it would be if there were no atmosphere. The Earth’s atmosphere has the same effect as a greenhouse, hence the term greenhouse effect.

The greenhouse effect is said to have become more pronounced during the twentieth century.

It is a fact that the average temperature of the Earth’s atmosphere has increased. In newspapers and periodicals the increased carbon dioxide emission is often stated as the main source of the temperature rise in the twentieth century.

A student named André becomes interested in the possible relationship between the average temperature of the Earth’s atmosphere and the carbon dioxide emission on the Earth.

In a library he comes across the following two graphs.



André concludes from these two graphs that it is certain that the increase in the average temperature of the Earth's atmosphere is due to the increase in the carbon dioxide emission.

**Question 1: GREENHOUSE**

What is it about the graphs that supports André's conclusion?

.....

.....



**Figure 7. Framework Categorisation for GREENHOUSE Question 1**

Framework categories	2006 Framework	2015 Framework
<b>Knowledge type</b>	Knowledge about science	Epistemic
<b>Competency</b>	Explaining phenomena scientifically	Explaining phenomena scientifically
<b>Context</b>	Environmental, Global	Environmental, Global
<b>Cognitive demand</b>	Not applicable	Medium

56. Question 1 demonstrates how the 2015 framework largely maps onto the same categories as the 2006 framework, using the same competency and context categorisations. The 2006 framework included two categorisations of scientific knowledge; knowledge *of* science (referring to knowledge of the natural world across the major fields of science) and knowledge *about* science (referring to the means and goals of science). The 2015 framework elaborates on these two aspects, subdividing knowledge *about* science into procedural and epistemic knowledge. Question 1 requires students to understand not only how the data is represented in the two graphs, but also to consider whether this evidence scientifically justifies a given conclusion. This is one of the features of epistemic knowledge in the 2015 framework. The context categorisation is Environmental – global. A new feature of the 2015 framework is consideration of cognitive demand (see figure 23). This question requires an interpretation of graphs involving a few linked steps, and is therefore, using the descriptors from the framework, categorised as medium cognitive demand.

**Question 2: GREENHOUSE**

Another student, Jeanne, disagrees with André’s conclusion. She compares the two graphs and says that some parts of the graphs do not support his conclusion.

Give an example of a part of the graphs that does not support André’s conclusion. Explain your answer.

.....

.....

.....

**Figure 8. Framework Categorisation for GREENHOUSE Question 2**

Framework categories	2006 Framework	2015 Framework
<b>Knowledge type</b>	Knowledge about science	Epistemic
<b>Competency</b>	Explaining phenomena scientifically	Explaining phenomena scientifically
<b>Context</b>	Environmental, Global	Environmental, Global
<b>Cognitive demand</b>	Not applicable	Medium

57. Question 2 requires students to interrogate the two graphs in detail. The knowledge, competency, context and cognitive demand are in the same categories as question 1.

**Question 3: GREENHOUSE**

André persists in his conclusion that the average temperature rise of the Earth’s atmosphere is caused by the increase in the carbon dioxide emission. But Jeanne thinks that his conclusion is premature. She says: “Before accepting this conclusion you must be sure that other factors that could influence the greenhouse effect are constant”.

Name one of the factors that Jeanne means.

**Figure 9. Framework Categorisation for GREENHOUSE Question 3**

Framework categories	2006 Framework	2015 Framework
<b>Knowledge type</b>	Knowledge about science	Procedural
<b>Competency</b>	Explaining phenomena scientifically	Explaining phenomena scientifically
<b>Context</b>	Environmental, Global	Environmental, Global
<b>Cognitive demand</b>	Not applicable	Medium

58. Question 3 requires students to consider control variables in terms of the critical review of evidence used to support claims. This is categorised as procedural knowledge in the 2015 framework.

59. The screenshots below illustrate how the Greenhouse question would be presented in an onscreen environment. The text and graphs are essentially unchanged, with students using page turners on the top right of the screen to view graphs and text as required. As the original questions were open responses, the onscreen version also necessitates an open response format in order to replicate the paper version as closely as possible, ensuring comparability between delivery modes and therefore protecting trend.

Figure 10. GREENHOUSE Presented Onscreen: Stimulus Page 1

PISA 2015 ? ← →

**Greenhouse Effect**  
Introduction

2

**THE GREENHOUSE EFFECT: FACT OR FICTION?**

Living things need energy to survive. The energy that sustains life on the Earth comes from the Sun, which radiates energy into space because it is so hot. A tiny proportion of this energy reaches the Earth.

The Earth's atmosphere acts like a protective blanket over the surface of our planet, preventing the variations in temperature that would exist in an airless world. Most of the radiated energy coming from the Sun passes through the Earth's atmosphere. The Earth absorbs some of this energy, and some is reflected back from the Earth's surface. Part of this reflected energy is absorbed by the atmosphere.

As a result of this the average temperature above the Earth's surface is higher than it would be if there were no atmosphere. The Earth's atmosphere has the same effect as a greenhouse, hence the term greenhouse effect.

The greenhouse effect is said to have become more pronounced during the twentieth century.

It is a fact that the average temperature of the Earth's atmosphere has increased. In newspapers and periodicals the increased carbon dioxide emission is often stated as the main source of the temperature rise in the twentieth century.

Figure 11. GREENHOUSE Presented Onscreen: Stimulus Page 2

PISA 2015

Greenhouse Effect  
Introduction

Now click on *Next* to view the first question.

1

2

A student named André becomes interested in the possible relationship between the average temperature of the Earth's atmosphere and the carbon dioxide emission on the Earth.

In a library he comes across the following two graphs.

The first graph shows carbon dioxide emission (thousand millions of tonnes per year) from 1870 to 1999. The y-axis ranges from 0 to 20, and the x-axis shows years from 1870 to 1999. The emission starts near 0 in 1870 and increases steadily, with a sharp upward curve starting around 1950, reaching approximately 20 by 1999.

Year	Emission
1870	0.1
1880	0.2
1890	0.3
1900	0.5
1910	0.8
1920	1.2
1930	1.8
1940	2.5
1950	4.0
1960	7.0
1970	11.0
1980	15.0
1990	18.0
1999	20.0

The second graph shows the average temperature of the Earth's atmosphere (°C) from 1870 to 1999. The y-axis ranges from 14.6 to 15.4, and the x-axis shows years from 1870 to 1999. The temperature starts at approximately 14.7°C in 1870, fluctuates slightly, and then shows a clear upward trend starting around 1950, reaching approximately 15.3°C by 1999.

Year	Temperature (°C)
1870	14.7
1880	14.7
1890	14.7
1900	14.7
1910	14.7
1920	14.7
1930	14.8
1940	15.0
1950	15.0
1960	15.0
1970	15.0
1980	15.1
1990	15.2
1999	15.3

André concludes from these two graphs that it is certain that the increase in the average temperature of the Earth's atmosphere is due to the increase in the carbon dioxide emission.

Figure 12. GREENHOUSE Presented Onscreen: Question 1

PISA 2015 ? ← →

**Greenhouse Effect**  
Question 1/3

*Type your answer to the question below.*

What is it about the graphs that supports André's conclusion?

2

**THE GREENHOUSE EFFECT: FACT OR FICTION?**

Living things need energy to survive. The energy that sustains life on the Earth comes from the Sun, which radiates energy into space because it is so hot. A tiny proportion of this energy reaches the Earth.

The Earth's atmosphere acts like a protective blanket over the surface of our planet, preventing the variations in temperature that would exist in an airless world. Most of the radiated energy coming from the Sun passes through the Earth's atmosphere. The Earth absorbs some of this energy, and some is reflected back from the Earth's surface. Part of this reflected energy is absorbed by the atmosphere.

As a result of this the average temperature above the Earth's surface is higher than it would be if there were no atmosphere. The Earth's atmosphere has the same effect as a greenhouse, hence the term greenhouse effect.

The greenhouse effect is said to have become more pronounced during the twentieth century.

It is a fact that the average temperature of the Earth's atmosphere has increased. In newspapers and periodicals the increased carbon dioxide emission is often stated as the main source of the temperature rise in the twentieth century.

Figure 13. GREENHOUSE Presented Onscreen: Question 2

PISA 2015 ? ← →

**Greenhouse Effect**  
Question 2/3

*Type your answer to the question below.*

Another student, Jeanne, disagrees with André's conclusion. She compares the two graphs and says that some parts of the graphs do not support his conclusion.

Give an example of a part of the graphs that does not support André's conclusion. Explain your answer.

2

**THE GREENHOUSE EFFECT: FACT OR FICTION?**

Living things need energy to survive. The energy that sustains life on the Earth comes from the Sun, which radiates energy into space because it is so hot. A tiny proportion of this energy reaches the Earth.

The Earth's atmosphere acts like a protective blanket over the surface of our planet, preventing the variations in temperature that would exist in an airless world. Most of the radiated energy coming from the Sun passes through the Earth's atmosphere. The Earth absorbs some of this energy, and some is reflected back from the Earth's surface. Part of this reflected energy is absorbed by the atmosphere.

As a result of this the average temperature above the Earth's surface is higher than it would be if there were no atmosphere. The Earth's atmosphere has the same effect as a greenhouse, hence the term greenhouse effect.

The greenhouse effect is said to have become more pronounced during the twentieth century.

It is a fact that the average temperature of the Earth's atmosphere has increased. In newspapers and periodicals the increased carbon dioxide emission is often stated as the main source of the temperature rise in the twentieth century.

Figure 14. GREENHOUSE Presented Onscreen: Question 3

**PISA 2015** ? ← →

**Greenhouse Effect**  
Question 3/3

Type your answer to the question below.

André persists in his conclusion that the average temperature rise of the Earth's atmosphere is caused by the increase in the carbon dioxide emission. But Jeanne thinks that his conclusion is premature. She says: "Before accepting this conclusion you must be sure that other factors that could influence the greenhouse effect are constant".

Name one of the factors that Jeanne means.

THE GREENHOUSE EFFECT: FACT OR FICTION?

Living things need energy to survive. The energy that sustains life on the Earth comes from the Sun, which radiates energy into space because it is so hot. A tiny proportion of this energy reaches the Earth.

The Earth's atmosphere acts like a protective blanket over the surface of our planet, preventing the variations in temperature that would exist in an airless world. Most of the radiated energy coming from the Sun passes through the Earth's atmosphere. The Earth absorbs some of this energy, and some is reflected back from the Earth's surface. Part of this reflected energy is absorbed by the atmosphere.

As a result of this the average temperature above the Earth's surface is higher than it would be if there were no atmosphere. The Earth's atmosphere has the same effect as a greenhouse, hence the term greenhouse effect.

The greenhouse effect is said to have become more pronounced during the twentieth century.

It is a fact that the average temperature of the Earth's atmosphere has increased. In newspapers and periodicals the increased carbon dioxide emission is often stated as the main source of the temperature rise in the twentieth century.

### Science Example 2: Smoking

60. This new 2015 exemplar unit explores various forms of evidence linked to the harmful effects of smoking and the methods used to help people to stop smoking. New Scientific Literacy items for 2015 will only be developed for computer-based delivery and therefore this exemplar is only shown in an onscreen format.

61. All onscreen standard question types in the PISA 2015 computer platform have a vertical split screen with the stimuli presented on the right hand side and the questions and answer mechanisms on the left hand side.


## Question 1: SMOKING

62. This question requires students to interpret given evidence using their knowledge of scientific concepts. They need to read the information in the stimulus about early research into the potential harmful effects of smoking, and then select two options from the menu to answer the question.

Figure 15. SMOKING: Question 1

PISA 2015 Unit Name: SMOKING

Question 1/9




John and Rose are researching cigarette smoking for a school project.  
Read John's research on the right.  
Then respond to the question below.

Select **two** reasons from the list below that suggest why cigarette companies could claim there was **no** evidence that tar from cigarette smoke caused cancer in humans.

- Humans are immune to tar
- Experiments were carried out with mice
- Chemicals from smoking decreased the effects of tar.
- Humans may react differently from mice
- Filter-tip cigarettes remove all tar from smoke

*John's Research*

In the 1950s research studies found that tar from cigarette smoke caused cancer in mice. Tobacco companies claimed there was no evidence that smoking caused cancer in humans. They also began to produce filter-tip cigarettes.



63. In this question, students have to apply content knowledge using the competency of explaining phenomena scientifically. The context is categorised as health and disease in a local/national setting. The cognitive demand requires the use and application of conceptual knowledge and is therefore categorised as a medium level of demand.

Figure 16. Framework Categorisation for SMOKING Question 1

Framework categories	2015 Framework
Knowledge type	Content
Competency	Explain phenomena scientifically
Context	Health and Disease, Local/National
Cognitive demand	Medium



## Question 2: SMOKING

64. This question explores students' understanding of data.

65. The right hand side of the screen shows authentic data of cigarette consumption and deaths from lung cancer in men over an extended period of time. Students are asked to select the best descriptor of the data by clicking on one of the radio buttons next to answer statements on the left hand side of the screen.

Figure 17. SMOKING: Question 2

PISA 2015 Unit Name: SMOKING

Question 3/9

Rose found a graph while doing research on smoking.

Refer to Rose's research on the right. Then select the best response to the question below.

Which statement best describes the data shown in the graph?

- The graph shows that all men who smoked cigarettes developed lung cancer
- The graph shows that more men smoked cigarettes in the 1940's than in 2010
- There is no link between cigarettes smoked and deaths from lung cancer
- There is a positive link between cigarettes smoked and deaths from lung cancer

*Rose's Research*

Year	Cigarettes Smoked Per Person Per Year	Lung Cancer Deaths (Per 100,000 People)
1900	1000	0
1920	2200	0
1940	3200	50
1960	4000	120
1980	3800	130

66. This unit tests content knowledge using the competency of interpreting data and evidence scientifically.

67. The context is health and disease applied to a local/national setting. As students need to interpret the relationship between two graphs, the cognitive demand is categorised as medium.

**Figure 18. Framework Categorisation for SMOKING Question 2**

<b>Framework categories</b>	<b>2015 Framework</b>
<b>Knowledge type</b>	Content
<b>Competency</b>	Interpret data and evidence scientifically
<b>Context</b>	Health and Disease, Local/National
<b>Cognitive demand</b>	Medium

***Science Example 3: Zeer pot***

68. This new 2015 exemplar unit demonstrates a new feature of science assessment for 2015; the use of interactive tasks using simulations of scientific enquiry to explore and assess scientific literacy knowledge and competencies.

69. This unit is focussed on an authentic low cost cooling container called a Zeer pot, developed for localised needs in Africa, using readily available local resources. Cost and lack of electricity limit the use of refrigerators in these regions, while the hot climate necessitates food to be kept cool to prolong the length of time food can be kept before bacterial growth renders it a risk to health.

70. The first screen shot of this simulation introduces what a Zeer pot looks like and how it works. Students are not expected to have an understanding of how the process of evaporation causes cooling, just that it does.

Figure 19. ZEER POT: Stimulus

PISA 2015 Unit Name: ZEER POT

**Introduction**

A zeer pot refrigerator is an invention to keep food cool without electricity, usually found in African countries.

A small clay pot sits inside a larger clay pot with a clay or fabric lid. The space between the two pots is filled with sand. This creates an insulating layer around the inner pot. The sand is kept damp by adding water at regular intervals. When the water evaporates, the temperature in the inner pot is reduced.

Local people make zeer pots out of clay, a locally available resource.

**Zeer Pot**

The diagram illustrates the structure of a Zeer Pot. It consists of an inner clay pot (labeled 'Inner clay pot. Food is placed here') nested inside a larger outer clay pot (labeled 'Outer clay pot'). The space between the two pots is filled with a 'Layer of damp sand'. The entire assembly is supported by a 'Stand' made of three legs. A 'Cloth or fabric lid' is shown separately, intended to cover the top of the inner pot.

71. Using this simulation, students are asked to investigate the conditions that will produce the most effective cooling effects ( $4^{\circ}\text{C}$ ) for keeping food fresh in the Zeer pot. The simulator keeps certain conditions constant (the air temperature and the humidity), but includes this information to enhance the authentic contextual setting. In the first question, students are asked to investigate the optimum conditions to keep the maximum amount of food fresh in the Zeer pot by altering the thickness of the sand layer and the moisture conditions.

Figure 20. ZEER POT: Question 1

PISA 2015 Unit Name: ZEER POT

**Task 1**

You have been asked to investigate the best design of a Zeer pot for a family to keep their food fresh.

Food is best kept at a temperature of **4°C** to maximise freshness and minimise bacterial growth.

Use the simulator opposite to work out the maximum amount of food that can be kept fresh (at 4°C) by varying the thickness and moisture condition of the sand layer.

*You can run a number of simulations, and repeat or remove any data findings.*

Maximum amount of food kept fresh at 4°C is  kg

Thickness of Sand Layer (cm)	Amount of Food (kg)	Sand moisture (Damp/Dry)	Temperature (°C)

**Constant variables**

Air Temp 38°C

Humidity 20%

Thickness of sand layer (cm):  1 2 3 4 5

Amount of Food (kg):  0 4 8 12 16 20

Sand moisture:  Damp  Dry

72. When students have set their conditions (which also alter the visual display of the on screen Zeer pot), they press the record data button which then runs the simulation and populates the data chart. They need to run a number of data simulations, and can remove data or repeat any simulations as required. This screen then records their response to the maximum amount of food kept fresh at 4°C. Their approaches to the design and evaluation of this form of scientific enquiry can be assessed in subsequent questions.

73. The knowledge categorisation for this item is procedural and the competence is Evaluate and design scientific enquiry. The context categorisation is Natural Resources, although it also has links to Health and Disease. The cognitive demand of this question is categorised as high because students are given a complex situation, and they need to develop a systematic sequence of investigations to answer the question.

**Figure 21. Framework Categorisation for ZEERPOT Question 1**

Framework categories	2015 Framework
Knowledge type	Procedural
Competency	Evaluate and design scientific enquiry
Context	Natural Resources
Cognitive demand	High

## Attitudes

### ***Why attitudes matter***

74. Peoples' attitudes towards science play a significant role in their interest, attention, and response to science and technology, and to issues that affect them in particular. One goal of science education is to develop attitudes that lead students to engage with scientific issues. Such attitudes also support the subsequent acquisition and application of scientific and technological knowledge for personal, local, national, and global benefit and lead to the development of self-efficacy (Bandura, 1997).

75. Attitudes form part of the construct of scientific literacy. That is, a person's scientific literacy includes certain attitudes, beliefs, motivational orientations, self-efficacy, and values. The construct of attitudes used in PISA draws upon Klopfer's (1976) structure for the affective domain in science education and reviews of attitudinal research (Gardner, 1975; Osborne, Simon, & Collins, 2003; Schibeci, 1984). A major distinction made in these reviews is between attitudes towards science and scientific attitudes. While the former is measured by the level of interest displayed in scientific issues and activities, the latter is a measure of a disposition to value empirical evidence as the basis of belief.

### ***Defining attitudes towards science for PISA 2015***

76. The PISA 2015 assessment will evaluate students' attitudes towards science in three areas: *Interest in science and technology*, *Environmental awareness* and *Valuing scientific approaches to enquiry* (see Figure 22) that are considered core to the construct of scientific literacy. These three areas were selected for measurement because a positive attitude towards science, a concern for the environment and an environmentally sustainable way of life, and a disposition to value the scientific approach to enquiry are features of a scientifically literate individual. Thus the extents to which individual students are, or are not interested in science and recognise its value and implications are considered important measures of the outcome of compulsory education. Moreover, in 2006, in 52 of the participating countries (including all OECD countries) students with a higher general interest in science performed better in science (OECD, 2007, p143).

77. *Interest in science and technology* was selected because of its established relationships with achievement, course selection, career choice, and lifelong learning. For instance, there is a considerable body of literature which shows that interest in science is established by age 14 for the majority of students (Ormerod & Duckworth, 1975; Tai, Qi Liu, Maltese, & Fan, 2006). Moreover, students with such an interest are more likely to pursue scientific careers. Policy concerns in many OECD countries about the number of students, particularly female students, choosing to pursue

the study of science make the measurement of attitudes towards science an important aspect of the PISA assessment and the results may provide information about a perceived declining interest in the study of science among young people (Bøe *et al*, 2011). This measure, when correlated with the large body of other information collected by PISA through the student, teacher and school questionnaires, may provide insights into the causes of any decline in interest.

78. *Valuing scientific approaches to enquiry* was chosen because scientific approaches to enquiry have been highly successful at generating new knowledge – not only within science itself, but also in the social sciences, and even finance and sports. Moreover, the core value of scientific enquiry and the Enlightenment is the belief in empirical evidence as the basis of rational belief.

Recognising the *value of the scientific approach to enquiry* is, therefore, widely regarded as a fundamental objective of science education that warrants assessing. Appreciation of, and support for scientific enquiry implies that students can identify and also value scientific ways of gathering evidence, thinking creatively, reasoning rationally, responding critically, and communicating conclusions, as they confront life situations related to science and technology. Students should understand how scientific approaches to enquiry function, and why they have been more successful than other methods in most cases. Valuing scientific approaches to enquiry, however, does not mean that an individual has to be positively disposed towards all aspects of science or even use such methods themselves. Thus, the construct is a measure of students' attitudes towards the use of a scientific method to investigate material and social phenomenon and the insights that are derived from such methods.

79. *Environmental awareness* is of international concern, as well as being of economic relevance. Attitudes in this area have been the subject of extensive research since the 1970s (see, for example, Bogner and Wiseman, 1999; Eagles & Demare, 1999; Rickinson, 2001; Weaver, 2002). In December 2002, the United Nations approved resolution 57/254 declaring the ten-year period beginning on 1 January 2005 to be the United Nations Decade of Education for Sustainable Development (UNESCO, 2003). The International Implementation Scheme (UNESCO, September 2005) identifies the environment as one of the three spheres of sustainability (along with society (including culture) and economy) that should be included in all education for sustainable development programmes.

80. Given the importance of environmental issues to the continuation of life on Earth and the survival of humanity, the youth of today need to understand the basic principles of ecology and the need to organise their lives accordingly. This means that developing an environmental awareness and a responsible disposition towards the environment is an important element of contemporary science education.

81. In PISA 2015 these specific attitudes toward science will be measured by the student questionnaire. For each of these attitudes, Figure 22 provides the details of the specific sub-constructs that it is intended to measure in 2015.

**Figure 22. PISA 2015 Areas for Assessment of Attitudes**

Interest in Science
<p>This is an attitude that is indicated by:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A curiosity in science and science-related issues and endeavours;</li> <li>• A willingness to acquire additional scientific knowledge and skills, using a variety of resources and methods;</li> <li>• An on-going interest in science, including consideration of science-related careers.</li> </ul>

These dimensions of interest in science will be measured through the following constructs:

**Interest in Learning Science:** A measure of how much interest students have in learning about physics, human biology, geology and the processes and products of scientific enquiry.

**Enjoyment of Science:** A measure of how much students like learning about science both in and out of school.

**Future Orientated Science Activities:** A measure of the level of interest students have in pursuing scientific careers or the study of science after school.

**Instrumental Motivation to Learn:** A measure of the extent to which a students' motivation to learn science is extrinsically motivated by the opportunities science offers for employment.

**General Value of Science:** A measure of how much prestige the student holds about a range of different careers including scientific ones.

**Self-Efficacy in Science:** A measure of how able the student perceives they are at science.

**The Occupational Prestige of Specific Careers:** A measure of how valuable the student sees science to be for him or herself.

**Use of Technology:** A scale that measures how adolescents approach and use new technology.

**Out-of-School Science Experiences:** A measure of the range of extra-curricular and out-of-school science activities that students engage in.

**Career Aspirations:** A broad measure of the disposition that students have towards scientific careers.

**School Preparation for Science Career:** A measure of how well the student feels that their formal science education and school has provided them with the knowledge and skills needed for a scientific career.

**Student Information on Science Career:** A measure of how well-informed the student feels that they are about possible science careers.

### Valuing Scientific Approaches to Enquiry

This is an attitude that is indicated by:

- A commitment to evidence as the basis of belief for explanations of the material world;
- A commitment to the scientific approach to enquiry when appropriate;
- A valuing of criticism as a means of establishing the validity of any idea.

### Environmental Awareness

This is an attitude indicated by:

- A concern for the environment and sustainable living;
- A disposition to take and promote environmentally sustainable behaviours.

These elements of environmental awareness will be measured using the following constructs:

- Awareness of environmental issues: A measure of how informed students are about current environmental issues.
- Perception of environmental issues: A measure of how concerned students are about environmental issues.
- Environmental optimism: A measure of students' belief that their or human actions can

contribute to sustaining and improving the environment.

82. Further detail of these constructs can be found in the Questionnaire Framework.



## ASSESSMENT OF THE DOMAIN

### Cognitive Demand

83. A key new feature of the 2015 PISA framework is the definition of levels of cognitive demand within the assessment of scientific literacy and across all three competences of the framework. In assessment frameworks, item difficulty, which is empirically derived, is often confused with cognitive demand. Empirical item difficulty is estimated from the proportion of the test taker population that is successful in solving the item correctly and thus assesses the amount of knowledge held by the test taker population, whereas cognitive demand refers to the type of mental processing required (Davis & Buckendahl, 2011). Care needs to be taken to ensure that the depth of knowledge required, i.e., the cognitive demand test items set to students, is understood explicitly by the item developers and users of the PISA framework. For instance, an item can have high difficulty because the knowledge it is testing is not well known but the cognitive demand is simply recall. Conversely, an item can be cognitively demanding because it requires the individual to relate and evaluate many items of knowledge – each of which are easily recalled. Thus, not only should the PISA test instrument discriminate in terms of performance between easier and harder test items, the test also needs to provide information on how students across the ability range can deal with problems at different levels of cognitive demand (Brookhart & Nitko, 2011).

84. The competencies are articulated using a range of terms defining cognitive demand through the use of verbs such as 'recognise', 'interpret', 'analyse' and 'evaluate'. However, in themselves these verbs do not necessarily indicate a hierarchical order of difficulty which is dependent on the level of knowledge required to answer any item. Various classifications of cognitive demand schemes have been developed and evaluated since Bloom's Taxonomy was first published (Bloom, 1956). These have been largely based on categorisations of knowledge types and associated cognitive processes that are used to describe educational objectives or assessment tasks.

85. Bloom's revised Taxonomy (Anderson & Krathwohl, 2001) identifies four categories of knowledge – factual, conceptual, procedural and meta-cognitive. This categorisation considers these forms of knowledge to be hierarchical and distinct from the six categories of performance used in Bloom's first taxonomy – remembering, understanding, applying, analysing, evaluating and creating. In Anderson and Krathwohl's framework, these two dimensions are now seen to be independent of each other allowing for lower levels of knowledge to be crossed with higher order skills and vice versa.

86. A similar framework is offered by Marzano and Kendall's Taxonomy (2007) which also provides a two dimensional framework based on the relationship between how mental processes are ordered and the type of knowledge required. The use of mental processes is seen as a consequence of a need to engage with a task with meta-cognitive strategies which define potential approaches to solving problems. The cognitive system then uses either retrieval, comprehension, analysis or knowledge utilisation. Marzano and Kendall divide the knowledge domain into three types of knowledge, information, mental procedures and psychomotor, compared to the four categories in Bloom's revised Taxonomy. Marzano and Kendall argue that their taxonomy is an improvement upon Bloom's Taxonomy because it offers a model of how humans actually think rather than simply an organising framework.

87. A different approach is offered by Ford and Wargo, (2012) who offer a framework for scaffolding dialogue as a way of considering cognitive demand. Their framework utilises four levels that build on each other: recall, explain, juxtapose and evaluate. Although this framework has not been specifically designed for assessment purposes it has many similarities to the PISA 2015

definition of scientific literacy and the need to make more explicit references to such demands in the knowledge and competencies.

88. Another schema can be found in the framework based on “Depth of Knowledge” developed by Webb (1997) specifically to address the disparity between assessments and the expectations of student learning. For Webb, levels of depth can be determined by taking into account the complexity of both the content and the task required. His schema consists of four major categories: level 1 (recall), level 2 (using skills and/or conceptual knowledge), level 3 (strategic thinking), and level 4 (extended thinking). Each category is populated with a large number of verbs that can be used to describe cognitive processes. Some of these appear at more than one level. This framework offers a more holistic view of learning and assessment tasks and requires an analysis of both the content and cognitive process demanded by any task. Webb’s depth of knowledge (DOK) approach is a simpler but more operational version of the SOLO Taxonomy (Biggs & Collis, 1982) which describes a continuum of student understanding through five distinct stages of pre-structural, unistructural, multistructural, relational and extended abstract understanding.

89. All the frameworks described briefly above have served to develop the knowledge and competencies in the 2015 PISA Framework. In drawing up such a framework it is recognised that there are challenges in developing test items based on a cognitive hierarchy. The three main challenges are that:

- a) Too much effort is made to fit test items into particular cognitive frameworks which can lead to poorly developed items;
- b) Misclassification between intended and actual demand with frameworks defining rigorous, cognitively demanding goals, and items which may operationalise the standard in a much less cognitively demanding way;
- c) Without a well-defined and understood cognitive framework, item writing and development often focuses on item difficulty and uses a limited range of cognitive processes and knowledge types, which are then only described and interpreted post hoc, rather than building from a theory of increasing competency.

90. The approach taken for the 2015 Framework is to use an adapted version of Webb’s Depth of Knowledge grid (Webb, 1997) alongside the desired knowledge and competencies. As the competencies are the central feature of the framework, the cognitive framework needs to assess and report on them across the student ability range. Webb’s Depth of Knowledge Levels offer a taxonomy for cognitive demand that requires items to identify both the cognitive demand from the verbal cues that are used, e.g., analyse, arrange, compare, and the expectations of the depth of knowledge required.

**Figure 23. PISA 2015 Framework for Cognitive Demand**

		Competencies			DOK		
		Explain phenomena scientifically	Evaluate and design scientific enquiry	Interpret data and evidence scientifically	Low	Medium	High
Knowledge	Content Knowledge						
	Procedural Knowledge						
	Epistemic Knowledge						

91. The grid above in Figure 23 provides a framework for mapping items against the two dimensions of knowledge and competencies. In addition, each item can also be mapped using a third dimension based on a depth of knowledge taxonomy. This provides a means of operationalising cognitive demand as each item can be categorised as making demands that are:

- **Low (L)**  
Carrying out a one-step procedure, for example recall of a fact, term, principle or concept or locating a single point of information from a graph or table.
- **Medium (M)**  
Use and application of conceptual knowledge to describe or explain phenomena, select appropriate procedures involving two or more steps, organise/display data, interpret or use simple data sets or graphs.
- **High (H)**  
Analyse complex information or data, synthesise or evaluate evidence, justify, reason given various sources, develop a plan or sequence of steps to approach a problem.

92. Thus items that merely require recall of one piece of information make low cognitive demands, even if the knowledge itself might be quite complex. In contrast, items that require recall of more than one piece of knowledge and require a comparison and evaluation made of the competing merits of their relevance would be seen as having high cognitive demand. The difficulty of any item, therefore, is a combination both of the degree of complexity and range of knowledge it requires and the cognitive operations that are required to process the item.

93. Therefore the factors that determine the demand of items assessing science achievement include:

- The number and degree of complexity of elements of knowledge demanded by the item;
- The level of familiarity and prior knowledge that students may have of the content, procedural and epistemic knowledge involved;
- The cognitive operation required by the item *e.g.*, recall, analysis, evaluation;
- The extent to which forming a response is dependent on models or abstract scientific ideas.

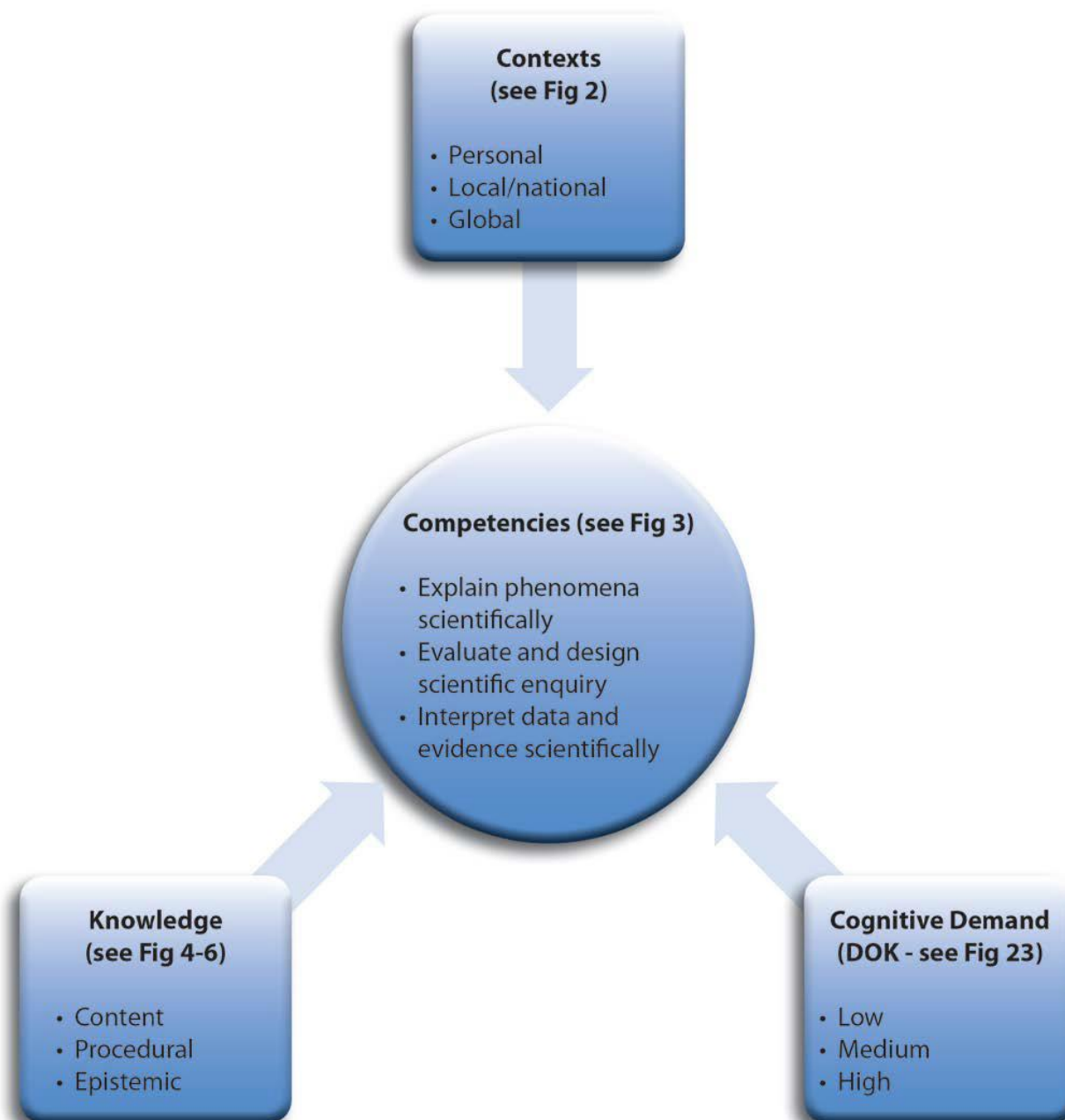
94. This four-factor approach allows for a broader measure of scientific literacy across a wider range of student ability. Categorising the cognitive processes required for the competencies that form the basis of scientific literacy together with a consideration of the depth of knowledge required offers a model for assessing the level of demand of individual items. In addition, its relative simplicity offers a framework for minimising the problems encountered in applying such frameworks. The use of this cognitive framework will also facilitate the development of an a priori definition of the descriptive parameters of the reporting proficiency scales (see Fig 27).

### **Test Characteristics**

95. In accordance with the PISA definition of scientific literacy, test questions (items) will require the use and application of the scientific competencies and knowledge within a context.

96. Figure 24 is a variation of Figure 1 that presents the basic components of the PISA framework for the 2015 scientific literacy assessment in a way that can be used to relate the framework with the structure and the content of assessment units. This may be used both synthetically as a tool to plan assessment exercises, and analytically as a tool to study the results of standard assessment exercises. As a starting point to construct assessment units, it shows the need to consider the contexts that will serve as stimulus material, the competencies required to respond to the questions or issues, the knowledge central to the exercise, and the cognitive demand.

**Figure 24. A Tool for Constructing and Analysing Assessment Units and Items**



97. A test unit is defined by specific stimulus material, which may be a brief written passage, or text accompanying a table, chart, graph, or diagram. In units created for PISA 2015, the stimulus material may also include non-static stimulus material, such as animations and interactive simulations. The items are a set of independently scored questions of various types, as illustrated by the examples already discussed.

98. The reason PISA employs this unit structure is to facilitate the employment of contexts that are as realistic as possible, reflecting the complexity of real situations, while making efficient use of testing time. Using situations about which several questions can be posed, rather than asking separate questions about a larger number of different situations, reduces the overall time required for a student to become familiar with the material in each question. However, the need to make each score point independent of others within a unit needs to be taken into account. It is also necessary to recognise that, because this approach reduces the number of different assessment

contexts, it is important to ensure that there is an adequate range of contexts so that bias due to the choice of contexts is minimised.

99. PISA 2015 test units will require the use of all three scientific competencies and draw on all three forms of science knowledge. In most cases, each test unit will assess multiple competencies and knowledge categories. Individual items, however, will assess only one form of knowledge and one competency.

100. The need for students to read texts in order to understand and answer written questions on scientific literacy raises an issue of the level of reading literacy that will be required. Stimulus material and questions will use language that is as clear, simple and brief, and as syntactically simplified as possible while still conveying the appropriate meaning. The number of concepts introduced per paragraph will be limited. Questions within the domain of science that assess reading or mathematical literacy will be avoided.

### **Item Response Formats**

101. Three classes of items will be used to assess the competencies and scientific knowledge identified in the framework. About one-third of the items will be in each of the three classes:

**Simple multiple-choice:** Items calling for

- selection of a single response from four options
- selection of a “hot spot,” an answer that is a selectable element within a graphic or text.

**Complex multiple-choice:** Items calling for

- responses to a series of related “Yes/No” questions that are treated for scoring as a single item (the typical format in 2006)
- selection of more than one response from a list
- completion of a sentence by selecting drop-down choices to fill multiple blanks
- “drag-and-drop” responses, allowing students to move elements on screen to complete a task of matching, ordering, or categorising.

**Constructed response:** Items calling for written or drawn responses.

- Constructed response items in scientific literacy typically call for a written responses ranging from a phrase to a short paragraph (e.g., two to four sentences of explanation). A small number of constructed response items call for drawing (e.g., of a graph or diagram). For computer delivery, any such items will be supported by simple drawing editors that are specific to the response required.

102. Also, in 2015, some responses will be captured by interactive tasks, for example, a student’s choices for manipulating variables in a simulated scientific enquiry. Responses to these interactive tasks will likely be scored as complex multiple choice items. Some kinds of responses to interactive tasks may be sufficiently open-ended that they will be treated as constructed response.

### **Assessment Structure**

103. For PISA 2015, computer-based assessment will be the primary mode of delivery for all domains, including scientific literacy. All new science literacy items will only be available in the computer-based assessment. However a paper-based assessment instrument will be provided for countries choosing not to test their students by computer which will consist only of the trend items.

104. Scientific literacy items will be organised into 30-minute sections called “clusters.” Each cluster will include either only new units or only trend units. Overall for 2015, the target number of clusters to be included in the main survey is:

<b>Target number of clusters</b>	<b>6</b>	clusters of trend units in 2015 main survey	<b>9</b>	clusters of new units in 2015 main survey
----------------------------------	----------	---------------------------------------------	----------	-------------------------------------------

105. Each student will be assigned one two-hour test form. A test form will be composed of four clusters, with each cluster designed to occupy thirty minutes of testing time. The clusters are placed in multiple computer-based test forms, according to a rotated test design.

106. Each student will spend one hour on scientific literacy, with the remaining time assigned to either one or two of the additional domains of reading, maths and collaborative problem solving. For any countries taking the paper-based assessment instrument, intact clusters of 2006 units will be formed into a number of test booklets. It is important to note that the paper-based assessment will be limited to trend items and will not include any newly developed material. In contrast, the computer-based instrument will include newly developed items as well as trend items. Care will be taken when transposing paper-based trend items to an on-screen format that the presentation, response format and cognitive demand remain comparable.

107. The desired balance between the three knowledge components, content, procedural and epistemic knowledge, is shown in Figure 25 in terms of percentages of score points. Figure 26 also shows the target distribution of score points among the various knowledge categories. These weightings are broadly consistent with the previous framework and reflect a consensus view amongst the experts consulted in the writing of this framework.

**Figure 25. Target Distribution of Score Points for Knowledge**

	<b>Systems</b>			
<b>Knowledge types</b>	<b>Physical</b>	<b>Living</b>	<b>Earth &amp; Space</b>	<b>Total over systems</b>
Content	20-24%	20-24%	14-18%	<b>54-66%</b>
Procedural	7-11%	7-11%	5-9%	<b>19-31%</b>
Epistemic	4-8%	4-8%	2-6%	<b>10-22%</b>
<b>Total over knowledge types</b>	<b>36%</b>	<b>36%</b>	<b>28%</b>	<b>100%</b>

108. The target balance for scientific competencies is given in Figure 26. These weightings have been chosen so that the assessment is evenly split between items that draw predominantly on content knowledge and items that draw predominantly on procedural and/or epistemic knowledge.

**Figure 26. Target Distribution of Score Points for Scientific Competencies**

<b>Scientific Competencies</b>	<b>% of score points</b>
Explaining phenomena scientifically	40-50%
Evaluating and designing scientific enquiry	20-30%
Interpreting data and evidence scientifically	30-40%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

109. Item contexts will be spread across personal, local/national and global settings roughly in the ratio 1:2:1 as was the case in 2006. A wide selection of areas of application will be used for units, subject to satisfying as far as possible the various constraints imposed by the distribution of score points shown in Figure 25 and Figure 26.

### **Reporting Scales**

110. To meet the aims of PISA, the development of scales of student achievement is essential. A descriptive scale of levels of competence needs to be based on a theory of how the competence develops, not just on a post-hoc interpretation of what items of increasing difficulty seem to be measuring. The 2015 draft framework has therefore defined explicitly the parameters of increasing competence and progression, allowing item developers to design items representing this growth in ability (Kane, 2006; Mislevy and Haertel, 2006). Initial draft descriptions of the scales are offered below, though it is recognised that these may need to be modified as data are accumulated after field testing of the items. Although comparability with the 2006 scale descriptors (OECD, 2007) has been maximised in order to enable trend analyses, the new elements of the 2015 framework such as depth of knowledge have also been incorporated. The scales have also been extended by the addition of a level '1b' to specifically address and provide a description of students at the lowest level of ability who demonstrate very minimal evidence of scientific literacy and would previously not have been included in the reporting scales. The initial draft scales for 2015 Framework therefore propose more detailed and more specific descriptors of the levels of Scientific Literacy, and not an entirely different model.



**Figure 27. Initial Draft Reporting Scale Proposed for PISA 2015**

*[Note: Currently these descriptors should be seen as a hypothesis. When the field trials have been conducted, the data will enable these descriptions to be refined]*

Level	Descriptor
6	<p>At Level 6, students are able to use content, procedural and epistemic knowledge to consistently provide explanations, evaluate and design scientific enquiries and interpret data in a variety of complex life situations that require a high level of cognitive demand. They can draw appropriate inferences from a range of different complex data sources, in a variety of contexts and provide explanations of multi-step causal relationships. They can consistently distinguish scientific and non-scientific questions, explain the purposes of enquiry, and control relevant variables in a given scientific enquiry or any experimental design of their own. They can transform data representations, interpret complex data and demonstrate an ability to make appropriate judgments about the reliability and accuracy of any scientific claims. Level 6 students consistently demonstrate advanced scientific thinking and reasoning requiring the use of models and abstract ideas and use such reasoning in unfamiliar and complex situations. They can develop arguments to critique and evaluate explanations, models, interpretations of data and proposed experimental designs in a range of personal, local and global contexts.</p>
5	<p>At Level 5, students are able to use content, procedural and epistemic knowledge to provide explanations, evaluate and design scientific enquiries and interpret data in a variety of life situations in some but not all cases of high cognitive demand. They draw inferences from complex data sources, in a variety of contexts and can explain some multi-step causal relationships. Generally, they can distinguish scientific and non-scientific questions, explain the purposes of enquiry, and control relevant variables in a given scientific enquiry or any experimental design of their own. They can transform some data representations, interpret complex data and demonstrate an ability to make appropriate judgments about the reliability and accuracy of any scientific claims. Level 5 students show evidence of advanced scientific thinking and reasoning requiring the use of models and abstract ideas and use such reasoning in unfamiliar and complex situations. They can develop arguments to critique and evaluate explanations, models, interpretations of data and proposed experimental designs in some but not all personal, local and global contexts.</p>
4	<p>At Level 4, students are able to use content, procedural and epistemic knowledge to provide explanations, evaluate and design scientific enquiries and interpret data in a variety of given life situations that require mostly a medium level of cognitive demand. They can draw inferences from different data sources, in a variety of contexts and can explain causal relationships. They can distinguish scientific and non-scientific questions, and control variables in some but not all scientific enquiry or in an experimental design of their own. They can transform and interpret data and have some understanding about the confidence held about any scientific claims. Level 4 students show evidence of linked scientific</p>

	thinking and reasoning and can apply this to unfamiliar situations. Students can also develop simple arguments to question and critically analyse explanations, models, interpretations of data and proposed experimental designs in some personal, local and global contexts.
3	At Level 3, students are able to use content, procedural and epistemic knowledge to provide explanations, evaluate and design scientific enquiries and interpret data in some given life situations that require at most a medium level of cognitive demand. They are able to draw a few inferences from different data sources, in a variety of contexts, and can describe and partially explain simple causal relationships. They can distinguish some scientific and non-scientific questions, and control some variables in a given scientific enquiry or in an experimental design of their own. They can transform and interpret simple data and are able to comment on the confidence of scientific claims. Level 3 students show some evidence of linked scientific thinking and reasoning, usually applied to familiar situations. Students can develop partial arguments to question and critically analyse explanations, models, interpretations of data and proposed experimental designs in some personal, local and global contexts.
2	At Level 2, students are able to use content, procedural and epistemic knowledge to provide explanations, evaluate and design scientific enquiries and interpret data in some given familiar life situations that require mostly a low level of cognitive demand. They are able to make a few inferences from different sources of data, in few contexts, and can describe simple causal relationships. They can distinguish some simple scientific and non-scientific questions, and distinguish between independent and dependent variables in a given scientific enquiry or in a simple experimental design of their own. They can transform and describe simple data, identify straightforward errors, and make some valid comments on the trustworthiness of scientific claims. Students can develop partial arguments to question and comment on the merits of competing explanations, interpretations of data and proposed experimental designs in some personal, local and global contexts.
1a	At Level 1a, students are able to use a little content, procedural and epistemic knowledge to provide explanations, evaluate and design scientific enquiries and interpret data in a few familiar life situations that require a low level of cognitive demand. They are able to use a few simple sources of data, in a few contexts and can describe some very simple causal relationships. They can distinguish some simple scientific and non-scientific questions, and identify the independent variable in a given scientific enquiry or in a simple experimental design of their own. They can partially transform and describe simple data and apply them directly to a few familiar situations. Students can comment on the merits of competing explanations, interpretations of data and proposed experimental designs in some very familiar personal, local and global contexts.
1b	At Level 1b, students demonstrate a little evidence to use content, procedural and epistemic knowledge to provide explanations, evaluate and design scientific enquiries and interpret data in a few familiar life situations

	that require a low level of cognitive demand. They are able to identify straightforward patterns in simple sources of data in a few familiar contexts and can offer attempts at describing simple causal relationships. They can identify the independent variable in a given scientific enquiry or in a simple design of their own. They attempt to transform and describe simple data and apply them directly to a few familiar situations.
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

111. The proposed level descriptors are based on the 2015 framework described in this document and offer a qualitative description of the differences between levels of performance. The factors used to determine the demand of items assessing science achievement that have been incorporated into this outline of the proficiency scales include:

- The number and degree of complexity of elements of knowledge demanded by the item;
- The level of familiarity and prior knowledge that students may have of the content, procedural and epistemic knowledge involved;
- The cognitive operation required by the item e.g., recall, analysis, evaluation;
- The extent to which forming a response is dependent on models or abstract scientific ideas.

## SUMMARY

112. Science will be the major domain in PISA 2015 and the 2015 definition builds on and develops the 2006 definition. In particular, the competencies required for scientific literacy have been further elaborated and the concept of ‘knowledge about science’ has been defined as two forms of knowledge – procedural and epistemic. In addition, the 2015 framework has articulated a conception of the range of cognitive demand required of items. The 2015 framework therefore represents a more detailed specification of particular aspects of scientific literacy that were embedded or assumed in the earlier definitions.

113. The PISA 2006 definition of scientific literacy has its origin in the consideration of what 15-year-old students should know, value and be able to do as “preparedness for life” in modern society. Central to the definition and the assessment of scientific literacy are the competencies that are characteristic of science and scientific enquiry. The ability of students to make use of these competencies depends on their scientific knowledge, both their content knowledge of the natural world and their procedural and epistemic knowledge. In addition, it depends on a willingness to engage with science related topics. Their attitudes towards science-related issues are measured separately in the background questionnaire.

114. This framework describes and illustrates the scientific competencies and knowledge that will be assessed in PISA 2015 (see Figure 28), and the contexts for test items. Test items will be grouped into units with each unit beginning with stimulus material that establishes the context for items. A combination of item types will be used. Computer-based delivery for 2015 offers the opportunity for several novel item formats, including animations and interactive simulations. This will improve the validity of the test and the ease of scoring.

**Figure 28. Major Components of the PISA 2015 Framework for Scientific Literacy**

Competencies	Knowledge	Attitudes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explaining phenomena scientifically</li> <li>• Evaluating and designing scientific enquiry</li> <li>• Interpreting data and evidence scientifically</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Knowledge of the content of science:               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Physical systems</li> <li>➤ Living systems</li> <li>➤ Earth and space systems</li> </ul> </li> <li>• Procedural knowledge</li> <li>• Epistemic knowledge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interest in science</li> <li>• Valuing scientific approaches to enquiry</li> <li>• Environmental awareness</li> </ul>

115. The ratio of items assessing students’ content knowledge of science to items assessing procedural *and* epistemic knowledge of science will be about 3:2. Approximately 50 per cent of the items will test the competency to explain phenomena scientifically, 30 per cent the competency to interpret data and evidence scientifically, and 20 per cent their competency to evaluate and design scientific enquiry. The cognitive demand of items will consist of a range of low, medium and hard. The combination of these weightings and a range of items of varying cognitive demand will enable proficiency levels to be constructed to describe performance in the three competencies that define scientific literacy.

## REFERENCES

- American Association for the Advancement of Science. (1989). *Science for all Americans: a Project 2061 report on literacy goals in science, mathematics and technology*. Washington, D.C.: AAAS.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, teaching and Assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. London: Longman.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: W.H.Freeman and Company.
- Biggs, J. and K. Collis (1982). *Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy*. New York, Academic Press.
- Bloom, B. S. (Ed.). (1956). *Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals Handbook 1, Cognitive domain*. London: Longmans.
- Bøe, M. V., Henriksen, E. K., Lyons, T., & Schreiner, C. (2011). Participation in science and technology: young people and achievement-related choices in late-modern societies. *Studies in Science Education*, 47(1), 37 - 72.
- Bogner, F. and M. Wiseman (1999), "Toward Measuring Adolescent Environmental Perception", *European Psychologist* 4 (3).
- Brookhart, S.M., & Nitko, A.J. (2011) *Strategies For Constructing Assessments of Higher Order Thinking Skills*. In G. Schraw & D.R. Robinson (Eds) *Assessment of Higher Order Thinking Skills* (pp.327-359).North Carolina: IAP .
- Confederacion de Sociedades Cientificas de España (2011). *Informe ENCIENDE. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España*. Madrid: Author.
- Davis, S.L., & Buckendahl, C.W. (2011) *Incorporating Cognitive Demand in Credentialing Examinations*. In G. Schraw & D.R. Robinson (Eds) *Assessment of Higher Order Thinking Skills* (pp.327-359).North Carolina: IAP .
- Drechsel, B., Carstensen, C., & Prenzel, M. (2011). The role of content and context in PISA interest scales – A study of the embedded interest items in the PISA 2006 Science assessment. *International Journal of Science Education*, Volume 33, Number 1, 73-95
- Duschl, R. (2007). *Science Education in Three-Part Harmony: Balancing Conceptual, Epistemic and Social Learning Goals*. *Review of Research in Education*, 32, 268-291.52
- Eagles, P.F.J. and R. Demare (1999), "Factors Influencing Children's Environmental Attitudes", *The Journal of Environmental Education*, 30 (4)
- European Commission. (1995). *White paper on education and training: Teaching and learning— Towards the learning society (White paper)*. Luxembourg: Office for Official Publications in European Countries.
- Fensham, P. (1985). *Science for all: A reflective essay*. *Journal of Curriculum Studies*, 17(4), 415-435.
- Ford, M. J., & Wargo, B. M. (2012). Dialogic framing of scientific content for conceptual and epistemic understanding. *Science Education*, 96(3), 369-391.
- Gardner, P. L. (1975). *Attitudes to Science*. *Studies in Science Education*, 2, 1-41.

- Gott, R., Duggan, S., & Roberts, R. (2008). Concepts of evidence. University of Durham. Downloaded from <http://www.dur.ac.uk/rosalyn.roberts/Evidence/cofev.htm>, Sept 23, 2012.
- Kane, M. (2006). Validation. In R.L. Brennan (Ed.), *Educational measurement* (4th ed., pp. 17-64). Westport, CT: American Council on Education, Praeger Publishers
- Klopper, L. E. (1971). Evaluation of Learning in Science. In B. S. Bloom, J. T. Hastings & G. F. Madaus (Eds.), *Handbook of Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. London: McGraw-Hill Book Company.
- Klopper, L. E. (1976). A structure for the affective domain in relation to science education. *Science Education*, 60(3), 299-312.
- Kuhn, D. (2010). Teaching and learning science as argument. [10.1002/sce.20395]. *Science Education*, 94(5), 810-824.
- Lederman, N. G. (2006). Nature of Science: Past, Present and Future. In S. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831-879). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Longino, H. E. (1990). *Science as Social Knowledge*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Marzano, R. J. and J. S. Kendall (2007). *The new taxonomy of educational objectives*. Thousand Oaks, CA, Corwin Press.
- Millar, R. (2006). Twenty First Century Science: Insights from the Design and Implementation of a Scientific Literacy Approach in School Science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499-1521.
- Millar, R., & Osborne, J. F. (Eds.). (1998). *Beyond 2000: Science Education for the Future*. London: King's College London.
- Millar, R., Lubben, F., Gott, R., & Duggan, S. (1995). Investigating in the school science laboratory: conceptual and procedural knowledge and their influence on performance. *Research Papers in Education*, 9(2), 207-248.
- Mislevy, Robert J. and Geneva D. Haertel (2006) Implications of Evidence-Centered Design for Educational Testing. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 25 (4), 6–20.53
- National Academy of Science. (1995). *National Science Education Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington D.C.: National Academy Press.
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC.: Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education.
- OECD (1999). *Measuring Student Knowledge and Skills: A New Framework for Assessment*. Paris, OECD (Organisation for economic co-operation and development).
- OECD. (2000). *Measuring Student Knowledge and Skills: The PISA 2000 Assessment of Reading, Mathematical and Scientific Literacy*. Paris: OECD.
- OECD. (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework: Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. Paris: OECD.

- OECD. (2006). *The PISA 2006 Assessment Framework for Science, Reading and Mathematics*. Paris: OECD.
- OECD. (2007). *PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World: Volume 1: Analysis*. Paris: OECD.
- OECD (2009). *PISA 2006 Technical Report*. Paris: OECD
- OECD. (2011). *What kinds of careers do boys and girls expect for themselves? PISA in focus*. Paris: OECD.
- Ormerod, M. B., & Duckworth, D. (1975). *Pupils' Attitudes to Science*. Slough: NFER.
- Osborne, J. F. (2010). Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse. *Science*, 328, 463-466.
- Osborne, J. F., & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. London: Nuffield Foundation.
- Osborne, J. F., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards Science: A Review of the Literature and its Implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049–1079.
- Rickinson, M. (2001), *Learners and Learning in Environmental Education: A Critical Review of the Evidence*, *Environmental Education Research* 7 (3).
- Rychen, D. S., & Salganik, L. H. (Eds.). (2003). *Definition and Selection of Key competencies: Executive Summary*. Göttingen, Germany: Hogrefe.
- Schibeci, R. A. (1984). Attitudes to Science: an update. *Studies in Science Education*, 11, 26-59.54
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK) (2005). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10)*
- Tai, R. H., Qi Liu, C., Maltese, A. V., & Fan, X. (2006). Planning Early for Careers in Science. *Science*, 312, 1143-1145.
- Taiwan Ministry of Education. (1999). *Curriculum outlines for "Nature Science and Living Technology"*. Taipei, Taiwan: Ministry of Education.
- UNEP. (2012). *21 Issues for the 21st Century: Result of the UNEP Foresight Process on Emerging Environmental Issues*. United Nations Environment Programme (UNEP). Nairobi, Kenya.
- UNESCO (2003), "UNESCO and the International Decade of Education for Sustainable Development (2005–2015)", *UNESCO International Science, Technology and Environmental Education Newsletter*, Vol. XXVIII, no. 1–2, UNESCO, Paris.
- UNESCO (2005) *International Implementation Scheme for the UN Decade of Education for Sustainable Development*, UNESCO, Paris.
- Weaver, A. (2002), "Determinants of Environmental Attitudes: A Five-Country Comparison", *International Journal of Sociology*, 32 (1)
- Webb, N. L. (1997). *Criteria for alignment of expectations and assessments in mathematics and science education*. Washington, DC, Council of Chief State School Officers and National Institute for Science Education Research Monograph.
- William, D. (2010). What Counts as Evidence of Educational Achievement? The Role of Constructs in the Pursuit of Equity in Assessment. *Review of Research in Education*, 34, 254-284.

Ziman, J. (1979). *Reliable Knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press.