



**РАЗВИТИЕ
ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ
НА ОСНОВЕ ПРЕДМЕТНОГО И МЕЖПРЕДМЕТНОГО
СОДЕРЖАНИЯ**

Методическое пособие для учителя

**Авторский коллектив
ФГАОУ ДПО «Академия Минпросвещения России»:**

Мансурова С.Е.,
Камзеева Е.Е.,
Иванеско С.В.,
Мелина С.И.,
Банникова Е.Е.

Москва

2021

Содержание

Введение.....	4
Биология.....	14
Примеры заданий для 5-го класса.....	15
Тема «Биология – наука о живой природе».....	15
Тема «Методы изучения живой природы».....	18
Примеры заданий для 6-го класса.....	20
Тема «Строение и жизнедеятельность растительного организма».....	20
<i>Раздел «Питание растений».....</i>	<i>20</i>
<i>Раздел «Размножение растений»</i>	<i>22</i>
Примеры заданий для 7-го класса.....	25
Тема «Растения и человек».....	25
Тема «Грибы. Лишайники. Бактерии».....	27
Примеры заданий для 8-го класса.....	28
Тема «Животный организм» (<i>раздел «Размножение и развитие животных»</i>); тема «Систематические группы животных» (<i>раздел «Членистоногие»</i>).....	29
Тема «Систематические группы животных» (<i>раздел «Рыбы»</i>).....	30
Тема «Животные в природных сообществах».....	31
Тема «Животные и человек».....	34
Примеры заданий для 9-го класса.....	35
Тема «Внутренняя среда организма».....	35
Тема «Дыхание».....	36
Тема «Обмен веществ и превращение энергии» (<i>раздел «Витамины»</i>) ...	37
География.....	40
Примеры заданий по естественнонаучной грамотности для 6–7 классов .	41

Примеры заданий по естественно-научной грамотности для 7-го класса .	51
Примеры заданий по естественно-научной грамотности для 8–9-х классов	57
Физика	65
Примеры и характеристики комплексных заданий для 7-го класса	67
Тема «Плавание тел»	67
Тема «Равномерное и неравномерное движение»	71
Примеры и характеристики комплексных заданий для 8-го класса	74
Тема «Влажность»	74
Тема «Виды теплопередачи»	79
Тема «Световые явления»	85
Примеры и характеристики комплексных заданий для 9-го класса	88
Тема «Механические колебания и волны»	88
Тема «Излучение света»	91
Химия.....	96
Примеры заданий PISA по курсу 8-го класса	97
Темы «Соли: классификация, номенклатура, способы получения»; «Свойства солей»	99
Тема «Вещества. Свойства веществ»	103
Тема «Кислоты, их классификация и свойства»	108
Примеры заданий PISA по курсу 9-го класса	114
Тема «Скорость химических реакций»	115
Тема «Химические свойства металлов. Ряд активности (электрохимический ряд напряжений) металлов»	120
Тема «Фосфор. Аллотропия фосфора. Свойства фосфора. Оксид фосфора(V). Фосфорная кислота и ее соли. Фосфорные удобрения» ...	124
Заключение	131
Список источников	132

Введение

Естественно-научная грамотность является составной частью функциональной грамотности, которая оценивается в международном исследовании образовательных достижений 15-летних школьников PISA (Programme for International Student Assessment) [1].

Результаты последнего цикла исследования PISA-2018, в котором приняли участие 79 стран, показывают [2], что, выполняя задания по оценке естественно-научной грамотности, российские учащиеся демонстрируют результаты не только существенно ниже среднего международного уровня (средний уровень составляет 500 баллов по 1000-балльной шкале), но и ниже результатов по читательской и математической грамотности (*табл. 1*).

Таблица 1

Результаты Российской Федерации по различным направлениям функциональной грамотности (PISA-2018)

Направления функциональной грамотности	Количество баллов, набранных учащимися Российской Федерации, по 1000-балльной шкале	Позиция Российской Федерации в рейтинге стран-участниц
Естественнонаучная грамотность	478	30–37
Читательская грамотность	479	26–36
Математическая грамотность	488	27–35

Не менее тревожен тот факт, что отсутствует положительная динамика в результатах по естественно-научной грамотности (*см. график [3]*).

График

Результаты Российской Федерации по естественнонаучной грамотности в различных циклах исследования PISA



В международном исследовании выделяют шесть уровней естественнонаучной подготовки 15-летних школьников [3]. Описание уровней в исследовании PISA-2015, в котором основным направлением была естественнонаучная грамотность, представлено в таблице 2.

Таблица 2

Описание уровней естественнонаучной грамотности школьников PISA

Уровень	Нижняя граница уровня	Что могут продемонстрировать учащиеся, достигшие данного уровня естественнонаучной грамотности
6	708	Учащиеся, достигшие 6 уровня, могут опираться на целый ряд взаимосвязанных естественнонаучных идей и понятий из области физики, биологии, географии и астрономии и использовать знания содержания, процедур и методов познания для формулирования гипотез относительно новых научных явлений, событий и процессов или для формулирования прогнозов. При интерпретации данных и использовании научных доказательств они способны отличать относящуюся к теме информацию от не относящейся и способны опираться на знания, полученные ими вне обычной школьной программы. Они могут различать аргументы, которые основаны на научных данных и теориях, и аргументы, основанные на других соображениях. Учащиеся, достигшие 6 уровня, могут дать оценку альтернативным способам проведения сложных экспериментов, исследований и компьютерного моделирования и обосновать свой выбор.

5	633	Учащиеся, достигшие 5 уровня, могут использовать абстрактные естественнонаучные идеи или понятия, чтобы объяснить незнакомые им и более сложные, комплексные, явления, события и процессы, включающие в себя несколько причинно-следственных связей. Они могут применять более сложные знания, связанные с научным познанием, для того, чтобы дать оценку различным способам проведения экспериментов и обосновать свой выбор, а также способны использовать теоретические знания для интерпретации информации или формулирования прогнозов. Учащиеся, достигшие 5 уровня, могут оценить различные способы исследования предложенного им вопроса с научной точки зрения и видеть ограничения при интерпретации данных, включая источники погрешностей и неопределенностей в научных данных.
4	559	Учащиеся, достигшие 4 уровня, могут использовать более сложные или более абстрактные знания, которые им либо предоставлены, либо они их вспомнили, для объяснения достаточно сложных или не совсем знакомых ситуаций и процессов. Они могут проводить эксперименты, включающие две или более независимые переменные, для ограниченного круга задач. Они способны обосновать план эксперимента, опираясь на элементы знаний о процедурах и методах познания. Учащиеся, достигшие 4 уровня, могут интерпретировать данные, относящиеся к не слишком сложному набору данных, или в не вполне знакомых контекстах, получать выводы, вытекающие из анализа данных, приводя обоснование своих выводов.
3	484	Учащиеся, достигшие 3 уровня, могут опираться на не очень сложные знания для распознавания или построения объяснений знакомых явлений. В менее знакомых или более сложных ситуациях они могут строить объяснения, используя подсказки. Опираясь на элементы содержательных или процедурных знаний, они способны выполнить простой эксперимент для ограниченного круга задач. Учащиеся, достигшие 3 уровня, способны провести различие между научным и ненаучным вопросами и привести доказательства для научного утверждения.
2	410	Учащиеся, достигшие 2 уровня, могут опираться на знания повседневного содержания и базовые процедурные знания для распознавания научного объяснения, интерпретации данных, а также распознать задачу, решаемую в простом экспериментальном исследовании. Они могут использовать базовые или повседневные естественнонаучные знания, чтобы распознать адекватный вывод из простого набора данных. Они демонстрируют базовые познавательные умения, распознавая вопросы, которые могут изучаться естественнонаучными методами.
1	335	Учащиеся, достигшие 1 уровня, могут использовать повседневные содержательные и процедурные знания, чтобы распознавать объяснение простого научного явления. При поддержке они могут выполнять по заданной процедуре исследования не более чем с двумя переменными. Они способны видеть простые причинно-следственные или корреляционные связи и интерпретировать графические и другие визуальные данные, когда для этого требуются умения низкого уровня. Они могут выбрать лучшее научное объяснение для представленных данных в знакомых ситуациях, относящихся к личному, местному и глобальному контекстам.

Число российских учащихся, достигших наивысших уровней естественнонаучной грамотности (5–6-е уровни), составило в 2018 году 3,1%. В странах ОЭСР в среднем 6,7% учащихся продемонстрировали самые высокие результаты (в лидирующих странах таких учащихся значительно больше: от 20,8% в Сингапуре до 31,5% в Китае (4 провинции). Между тем естественно-научное образование готовит школьников к жизни и работе

в условиях современной инновационной экономики, которая должна обеспечить реальное благосостояние населения, выход России на передовые позиции в мире в науке и технологиях.

Под естественнонаучной грамотностью в исследовании PISA понимают способность человека занимать активную гражданскую позицию по вопросам, связанным с развитием естественных наук и применением их достижений, его готовность интересоваться естественно-научными идеями. Естественно-научная грамотность предполагает наличие у человека стремления участвовать в аргументированном обсуждении проблем, имеющих отношение к естественным наукам и технологиям, и сформированности следующих компетенций:

- научно объяснять явления;
- понимать особенности естественно-научного исследования;
- интерпретировать данные и использовать научные доказательства для получения выводов.

Описание естественнонаучной грамотности в международных сравнительных исследованиях полностью пересекается с требованиями ФГОС ООО к предметным (предметы естественнонаучного цикла) и метапредметным результатам освоения основных образовательных программ.

Важнейшей характеристикой заданий исследований PISA является использование контекста реальных жизненных ситуаций. К каждому контексту предлагается несколько заданий (3–6 заданий), которые классифицируются по следующим категориям:

- компетенция, на оценивание которой направлено задание;
- естественно-научное знание, затрагиваемое в задании (содержательное знание или процедурное);

➤ контекст реальной жизненной ситуации, которая может рассматриваться на личностном, местном / региональном или глобальном уровне;

➤ когнитивный уровень (или уровень сложности) задания.

Приведенные ниже примеры заданий из открытого банка PISA показывают, каким образом описываются основные характеристики задания.

Задание 1

Задание «Синдром гибели пчелиных семей»

<i>Компетенция</i>	Научное объяснение явлений
<i>Знание – Система</i>	Содержание – Живая
<i>Контекст</i>	Местный/Национальный – Качество окружающей среды
<i>Когнитивный уровень</i>	Средний
<i>Формат вопроса</i>	Открытый ответ – кодируется экспертом

PISA 2015

?
◀
▶

Синдром гибели пчелиных семей
Вопрос 1 / 5

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

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

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

СИНДРОМ ГИБЕЛИ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ

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



Компетенция, проверяемая при выполнении этого задания, – научное объяснение явлений. От учащихся требуется дать объяснение на основе имеющихся у них естественнонаучных знаний.

Задание 2

<i>Компетенция</i>	Применение методов естественнонаучного исследования
<i>Знание – Система</i>	Процедура
<i>Контекст</i>	Местный/Национальный – Качество окружающей среды
<i>Когнитивный уровень</i>	Средний
<i>Формат вопроса</i>	Сложный множественный выбор – балл определяется компьютерной программой

PISA 2015

Синдром гибели пчелиных семей
Вопрос 2 / 5

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

Опишите проведённый учёными эксперимент, дополнив следующее предложение.

Учёные изучили влияние

Выберите

на

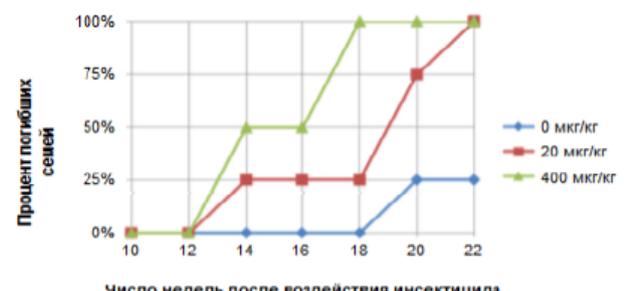
Выберите

СИНДРОМ ГИБЕЛИ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ
Воздействие имидаклоприда

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

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

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



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

При выполнении задания учащиеся должны выбрать один из трех вариантов в каждом выпадающем меню:

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

Верно выбранный ответ (исследователи проверили воздействие концентрации вещества имидаклоприда в пище на гибель пчелиных семей) показывает, что учащийся владеет методами научного познания (правильно идентифицирует независимые и зависимые переменные в эксперименте).

Низкие результаты российских школьников в международном исследовании PISA в части естественно-научной грамотности объясняются в том числе недостатком соответствующих учебных материалов. С опубликованными открытыми заданиями PISA по естественнонаучной грамотности можно познакомиться на ресурсах [4]. В целом это позволяет изучить международную рамку контрольных измерительных материалов. Но открытых заданий PISA слишком мало, чтобы говорить о возможности на основе только этих материалов организовать системную работу по формированию естественнонаучной грамотности в рамках предметного обучения. Более того, материалы PISA ориентированы на 15-летних школьников, тогда как работа по освоению рассмотренных выше компетенций должна проводиться заблаговременно, начиная с начальной школы (с освоения курса «Окружающий мир»).

В целях устранения обозначенных дефицитов в настоящее время осуществляется обширная деятельность по разработке национальных открытых банков заданий [5–7]. Для сохранения идеологии международного исследования PISA при формировании банков заданий по оценке естественно-научной грамотности перечень компетенций используется без изменений, поскольку выбор именно этих компетенций отражает глобальные тенденции развития современного школьного естественнонаучного образования. Этот перечень компетенций остается единым для обучающихся различных классов, а динамика их формирования осуществляется за счет усложнения используемого содержания, постепенного перехода от эмпирического к теоретическому подходу в обучении.

В качестве примера рассмотрим открытый банк заданий для оценки естественно-научной грамотности обучающихся 7–9-х классов, разработанный специалистами ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений» в рамках федерального проекта «Развитие банка оценочных средств для проведения всероссийских проверочных работ и формирование банка заданий для оценки естественнонаучной грамотности» [6].

В таблице 3 представлена детализация предложенных в рамках исследования PISA компетенций, которая отражает фактически перечень требований к результатам освоения основной образовательной программы основного общего образования при изучении курса биологии, физической географии, физики и химии [8].

Таблица 3

Перечень компетенций и познавательных действий для разработки заданий по оценке естественно-научной грамотности в 7–9-х классах

<i>Код</i>	<i>Перечень компетенций и познавательных действий, являющихся структурными элементами данных компетенций</i>
1.	Научное объяснение явлений
1.1.	Применить естественнонаучные знания для анализа ситуации / проблемы
1.2.	Выбрать модель, лежащую в основе объяснения
1.3.	Выбрать объяснение, наиболее полно отражающее описанные процессы
1.4.	Создать объяснение, указав несколько причинно-следственных связей
1.5.	Выбрать возможный прогноз и аргументировать выбор
1.6.	Сделать прогноз на основании предложенного объяснения процесса
1.7.	Привести примеры возможного применения естественнонаучного знания для общества
2.	Понимание особенностей естественно-научного исследования
2.1.	Различать вопросы, которые возможно исследовать методами естественных наук
2.2.	Распознавать гипотезу (предположение), на проверку которой направлено данное исследование

2.3.	Оценить предложенный способ проведения исследования / план исследования
2.4.	Интерпретировать результаты исследований / находить информацию в данных, подтверждающую выводы
2.5.	Сделать выводы по предложенным результатам исследования
2.6.	Оценить способы, которые используются для обеспечения надежности данных и достоверности объяснений
2.7.	Предложить способ увеличения точности получаемых в исследовании данных
3.	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов
3.1.	Определять недостающую информацию для решения проблемы
3.2.	Распознавать предположения (допущения), аргументы и описания в научно-популярных текстах
3.3.	Находить необходимые данные в источниках информации, представленной в различной форме (таблицы, графики, схемы, диаграммы, карты)
3.4.	Преобразовать информацию из одной формы представления данных в другую
3.5.	Интерпретировать данные и делать соответствующие выводы
3.6.	Оценивать достоверность научных аргументов и доказательства из различных источников

При разработке заданий выделяются следующие ситуации: глобальная, местная (национальная) и личностная. Например, выбор продуктов для сбалансированной диеты – это личностная ситуация, а анализ проблем изменения климата на Земле – глобальная.

Контекст заданий строится по различным содержательным блокам:

- «Процессы и явления в неживой природе»,
- «Процессы и явления в живой природе»,
- «Современные технологии»,
- «Техника и технологии в быту»,
- «Сохранение здоровья человека»,
- «Опасности и риски»,

- «Экологические проблемы»,
- «Использование природных ресурсов».

Контекст учитывает элементы содержания, изучаемые по биологии, географии, физике и химии в данном классе, что позволяет учителю логично и системно использовать задания банка в ходе освоения отдельных тем. Таким образом, одной из характеристик каждого задания является его тематика, т.е. описание тех знаний, которые необходимы для выполнения данного задания. Помимо описания областей содержания для оценки естественно-научной грамотности, была включена единая для предметов характеристика «Знание процедур»: знание о различных методах научного познания (наблюдение, измерение, опыт, моделирование, гипотеза) и приемах проведения исследований и обработки данных (выбор оборудования, способы увеличения точности измерений и т.д.).

В рамках данного проекта выделяют 3 уровня сложности заданий, как это принято в структуре международного исследования PISA (низкий, средний и высокий уровень).

В таблице 4 представлены содержательные характеристики, по которым описывается каждое задание банка.

Таблица 4

Содержательные характеристики для описания задания

Содержательные характеристики модели
Проверяемая компетенция
Проверяемое познавательное действие
Контекст – описание ситуации
Контекст – «локализация» ситуации
Области содержания – знание содержательных элементов
Области содержания – знание процедур
Форма представления информации в тексте задания
Уровень сложности задания
Форма задания

В данном пособии рассмотрены методические приемы работы с банками заданий по естественно-научной грамотности на примерах отдельных тем в предметном обучении биологии, географии, физике и химии.

Биология

Учебный предмет «Биология» как учебная дисциплина предметной области «Естественнонаучные предметы» занимает одно из ведущих мест в системе школьного образования. Биология и география являются пионерами в формировании у обучающегося целостных и систематизированных представлений об окружающей природе, закладывают основу научной картины мира.

Формирование естественнонаучной грамотности на современном уроке биологии не стоит выделять в отдельный этап, а необходимо органично встроить в структуру преподавания. Достижение учащимися высокого уровня овладения компетенциями естественно-научной грамотности не может проходить стихийно, а требует организации специальной подготовки. Развитие умений во многом зависит от тех условий, которые созданы для обучения, организации процесса выполнения тренировочных задач и упражнений, учета индивидуальных особенностей (возможностей) ребенка.

Контекст заданий PISA, затрагивающий, например, темы здоровья, окружающей среды, опасностей и рисков, в большинстве случаев предполагает, что ученик уже обладает определенным багажом знаний. Функциональная грамотность (в том числе естественнонаучная) – это способность применить знания в реальной ситуации.

С биологией соотносятся задания содержательной области «Живые системы». Они, как правило, интуитивно более понятны школьникам, нежели задания области «Физические системы», соотносимые с физикой и химией.

Рассмотрим некоторые примеры заданий блока естественно-научной грамотности и их интеграцию в конкретные темы курса.

Примеры заданий для 5-го класса

Предметное содержание программы 5-го класса по биологии включает темы: «Биология – наука о живой природе», «Методы изучения живой природы», «Организмы – тела живой природы», «Организмы и среда обитания», «Природные сообщества», «Живая природа и человек». Эти блоки позволяют развивать основные компетенции естественно-научной грамотности: научно объяснять явления, понимать основные особенности естественно-научного исследования, интерпретировать данные и использовать научные доказательства для получения выводов.

Согласно модели естественно-научной грамотности проверяемые компетенции базируются на знаниях: 60% составляют естественно-научные (предметные) знания и 40% – знания о науке, методы и способы рассуждений. Поэтому при подборе заданий формата PISA из открытого банка необходимо учитывать, что в этом исследовании проводится оценка естественно-научной грамотности 15-летних школьников и у пятиклассников может быть недостаточно знаний из области биологии, физики и химии.

Тема «Биология – наука о живой природе»

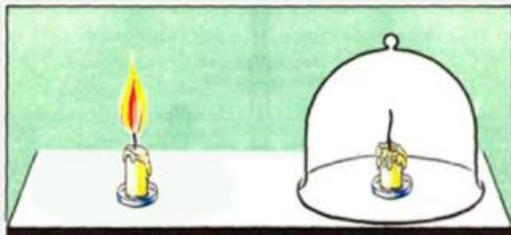
Изучение биологии традиционно начинается с выделения признаков живых организмов (клеточное строение, питание, дыхание, выделение, рост и др.). Важно, чтобы школьники не просто заучили определения этих понятий, а могли объяснять значение данных процессов и узнавать их в текстах, на рисунках и схемах. Задание «Воздушное питание растений» в эту тему предлагается включить для обсуждения роли дыхания в жизни животных. Для ответа на вопрос учащимся пригодятся базовые знания из курса «Окружающий мир» о том, что в процессе горения участвует кислород. Сопоставив эту информацию с данными о необходимости кислорода для дыхания, учащиеся могут выбрать верное предположение.

«Воздушное питание» растений

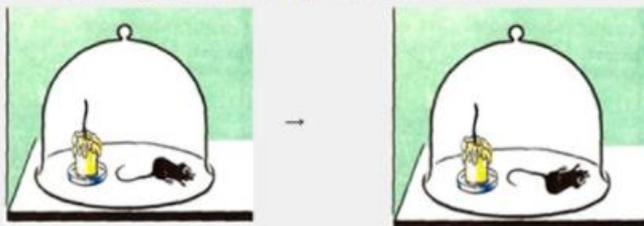
Растениям кроме воды и минеральных солей требуются углерод, азот и многие другие химические элементы, необходимые для построения органических веществ, являющихся основой любого растительного организма.

Началом изучения процессов образования органических веществ у растений стали опыты Д. Пристли (1733–1804).

1. Учёный поместил свечу под герметический стеклянный колпак, и через непродолжительное время свеча погасла. В тот момент объяснить прекращение горения свечи учёный не смог.



2. Исследователь продолжил свои эксперименты. Он поместил мышь под тот стеклянный колпак, в котором только что потухла свеча. Через непродолжительное время животное погибло.



Какое предположение мог бы сделать Пристли на основании опыта с мышью?

- 1) Мышь погибла от страха.
- 2) Мышь погибла от перегревания, так как стекло задерживает тепло.
- 3) Мышь погибла от испорченного горением свечи воздуха.
- 4) Мышь погибла от отсутствия пищи под стеклянным колпаком.

Компетенция, которая формируется при выполнении этого задания, – научное объяснение явлений. Критерии оценивания: верный ответ – 3, максимальная оценка – 1 балл.

При обсуждении источников получения различной информации о живых организмах можно предложить ученикам выполнить элемент задания «Хлебный пилельщик». Это задание низкого уровня сложности, не требует базовых предметных знаний и основано на личном опыте.

Хлебный пилильщик

Фермер заметил, что на его пшеничном поле стебли растений стали слишком ломкими. В части колосьев зёрна не сформировались или оказались недостаточного размера. Кроме того, фермер обратил внимание на появление в поле значительного количества небольших крылатых насекомых. Показав одного отловленного насекомого энтомологу, фермер выяснил, что его пшеницу повреждает хлебный пилильщик.



1. Каким источником информации мог воспользоваться энтомолог, определяя видовую принадлежность принесённого фермером животного? Выберите все верные ответы.

- 1) Определитель насекомых
- 2) Красная книга насекомых данной местности
- 3) Альбом с фотографиями «Природа России»
- 4) Каталог «Вредители злаковых культур»

При анализе результатов скорее всего окажется, что некоторые пятиклассники дали лишь частично правильный ответ и не получили максимально возможный балл. Эта ситуация возникнет при невнимательном прочтении формулировки задания: «Выберите *все* верные ответы». Здесь следует обратить внимание на тесную связь естественнонаучной и читательской грамотности.

Верные ответы: 1, 4. Критерии оценивания: указаны два верных элемента ответа – 2 балла, указан только один верный элемент ответа, и другие элементы не указаны – 1 балл, другие ответы или ответ отсутствуют – 0 баллов.

Следующий элемент задания «Хлебный пилильщик» может стать началом разговора о профессиях, связанных с биологией.

3. В тексте употребляется слово «энтомолог». Выберите определение, объясняющее значение этого слова.

1. Название науки, которая занимается изучением вредителей сельского хозяйства.
2. Название профессии ученых, которые изучают насекомых.
3. Прибор, при помощи которого отлавливают насекомых-вредителей.
4. Книга, по которой определяют видовую принадлежность насекомых.

Это задание с выбором одного правильного ответа и низким уровнем сложности требует обращения к вводному тексту: «Показав одного отловленного насекомого энтомологу...».

Верный ответ: 2. Критерии оценивания: приведен верный ответ – 1 балл, ответ неверный или отсутствует – 0 баллов.

Тема «Методы изучения живой природы»

В рамках этой темы происходит знакомство с процессом познания, со структурой и функциями научного знания. В дальнейшем эти представления развиваются и наполняются конкретным содержанием.

На этапе самоконтроля и самооценки для уточнения различий между методами наблюдения и эксперимента можно использовать элемент задания «Берегите птиц!».

◀ С древних времён учёные изучают природу. Основными методами изучения живой природы считаются наблюдение и эксперимент (опыт).

Наблюдение – это фиксирование человеком с помощью органов чувств (слуха, зрения и др.) сведений о предметах и явлениях. **Эксперимент (опыт)** – это метод, предполагающий создание ситуаций, помогающих выявить те или иные свойства биологических объектов.



4. В предложенном списке приведены результаты наблюдений и экспериментов, полученные при изучении жизни большой синицы.

Выберите два примера, которые следует отнести к результатам эксперимента (опыта).

А. Было определено, что в период выкармливания потомства синицы вылетают из гнезда на поимку насекомых с первыми лучами солнца.	<input type="checkbox"/>
Б. Было установлено, что синицы питаются как растительным, так и животным кормом.	<input type="checkbox"/>
В. Было установлено, что слегка раскрытые семянки (семечки) подсолнечника в кормушках были съедены полностью, а целые семянки выедались частично – не более 1/2 – 2/3 семени.	<input type="checkbox"/>
Г. Было подсчитано, что пара синиц за сутки приносит корм к гнезду около 200 раз.	<input type="checkbox"/>
Д. С помощью кольцевания птиц (одевания на лапки колец с датой и местом нахождения) были определены места перемещения синиц зимой.	<input type="checkbox"/>

Задание направлено на оценку компетенции «понимание особенностей естественнонаучного исследования», имеет средний уровень сложности, что делает его доступным для пятиклассников. Учащимся нужно различить те данные, которые можно получить в результате специально организованного эксперимента, и данные, которые могут быть зафиксированы в ходе наблюдения за птицами. Выполнение задания подразумевает соотнесение предложенных примеров с определением понятий «наблюдение» и «опыт», данных во вводном тексте. Необходимо обратить внимание школьников на формулировку: «Выберите два примера, которые...».

Верный ответ: В, Д. Критерии оценивания: 1 балл – за выбор двух экспериментов, 0 баллов – за другие варианты ответов.

Примеры заданий для 6-го класса

Предметное содержание программы 6-го класса по биологии включает тему «Растительный организм» и многокомпонентную тему «Строение и жизнедеятельность растительного организма», при изучении которой рассматриваются жизненные процессы, размножение и развитие растений. Наряду с формированием предметных знаний и умений, методический инструментарий должен обеспечивать развитие у учащихся умений использовать свои знания в разнообразных ситуациях, близких к реальным.

Тема «Строение и жизнедеятельность растительного организма»

Раздел «Питание растений»

Миша с Катей выяснили, что корневая система тыквы хорошо развита. Главный корень растения проникает на глубину 2-3 м. Растение тыквы также имеет множество боковых корней, которые сильно ветвятся и располагаются преимущественно в поверхностном слое почвы.



2. Объясните, почему при выращивании тыквы растение необходимо часто поливать.

Запишите свой ответ.

1. При изучении видов корней и типов корневых систем стоит обсудить вопрос, какие особенности ухода за растениями зависят от типа корневой системы. Для этого можно рассмотреть элемент задания «Тыква к празднику»

Хеллоуин». Для успешного выполнения задания необходимы базовые знания о поглощении корнями воды и минеральных веществ, необходимых растению, о значении полива для жизни культурных растений. Учащимся нужно на основе анализа текста и рисунка, представленного в комплексном задании, ответить, почему при выращивании тыквы растение необходимо часто поливать.

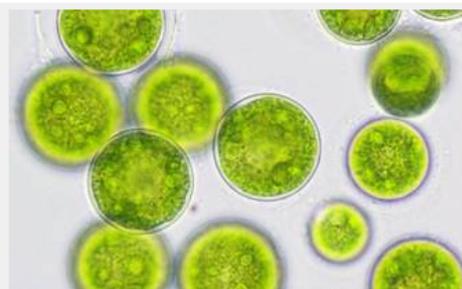
При обсуждении вариантов ответа необходимо обратить внимание на ключевую для данного вопроса информацию вводного текста: «...множество боковых корней, которые... располагаются преимущественно в поверхностном слое почвы».

Это задание с развернутым ответом среднего уровня сложности предполагает развитие компетенции «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов».

Ответ: «Растение тыквы имеет множество боковых корней в поверхностном слое почвы, который быстро подсыхает». Он оценивается в 1 балл. Другие ответы – 0 баллов.

2. При изучении процессов фотосинтеза основное внимание уделяется его значению в природе. Показать важность фотосинтеза для жизни человека поможет следующее задание.

9. На Международной космической станции (МКС) приступили к уникальному эксперименту с биореактором, который образно называют «кормильцем» космонавтов. Этот эксперимент был утверждён на 69-м Международном конгрессе аэронавтики. Планируется, что прибор создаст замкнутую систему жизнеобеспечения на станции благодаря жизнедеятельности микроводоросли хлореллы. Водоросль будет осуществлять процесс фотосинтеза, при котором из углекислого газа и воды создаются органические вещества. Первостепенным в выборе именно хлореллы для «полёта в космос» было то, что она не образует ядовитых веществ или продуктов разложения.



Какую пользу для космонавтов сможет принести такой биореактор, установленный на МКС? Выберите все верные ответы.

- 1) Хлорелла будет использоваться в биотуалетах для переработки мочи.
- 2) Хлорелла будет снижать концентрацию углекислого газа в воздухе, который выдыхают космонавты.
- 3) Хлорелла будет создавать съедобную биомассу для питания космонавтов.
- 4) Хлорелла позволит космонавтам активно набирать вес для выживания в условиях невесомости.
- 5) Хлорелла сможет восполнять запасы кислорода для дыхания космонавтов.
- 6) Хлорелла будет использоваться как лекарство для устранения последствий космических перегрузок.

Ответ (критерии оценивания)

Эксперты PISA подчеркивают, что тесная связь читательской и естественнонаучной грамотности обусловлена проявлением при выполнении заданий схожих мыслительных процессов. В сопроводительном тексте уже есть часть сведений, необходимых для выбора правильных ответов (их, по условию, несколько). Школьники должны вычлени из текста ключевую информацию и дополнить ее собственными знаниями о фотосинтезе. В процессе фотосинтеза используется углекислый газ и создаются органические вещества – эти данные есть в задании. Следовательно, хлорелла будет снижать концентрацию углекислого газа и создавать съедобную биомассу для питания космонавтов. Кроме того, необходимо вспомнить, что в качестве побочного продукта при фотосинтезе выделяется кислород, который космонавты смогут использовать для дыхания.

При выполнении этого задания ученик должен продемонстрировать умение использовать и применять понятийное знание для описания или объяснения явлений. Это соответствует среднему уровню сложности. Развиваемая компетенция – научное объяснение явлений. Критерии оценивания:

Ответ: 2, 3, 5	
Приведены все 3 верных ответа, лишние ответы отсутствуют	2 балла
Приведены 3 ответа, из которых только 2 ответа верны ИЛИ в ответе приведены 4 ответа, из которых верны 3	1 балл
Ответ неверный или отсутствует	0 баллов

Раздел «Размножение растений»

Содержание темы позволяет познакомить учащихся с размножением как одним из основных свойств живых организмов. Материал темы показывает тесную связь теоретических знаний с практикой, значение биологических знаний при выращивании растений.

Прививка растений

В садоводстве прививкой называют перенесение и плотное прикрепление части одного растения (привой) на другое растение (подвой) для их взаимного срастания. В результате получается новый единый организм, где корневая система подвоя обеспечивает рост и развитие привоя.

Обычно плодородное дерево прививают, если садовода перестали устраивать его качества: мало плодоносит, засыхает, повреждено; если есть желание облагородить сорт или получить дерево с плодами разного сорта. По сути, прививка спасает и дерево, и садовода от необходимости выкорчевывать его, сажать новое и ждать пять-десять лет, пока оно вырастет.

Есть много способов прививки плодовых деревьев. Однако наиболее распространёнными и простыми из них являются три (см. рисунок).



1. Сергей решил привить сортовую яблоню к дичку, зная, что дикая яблоня даёт мелкие и кислые плоды, но зато более устойчива к засухам и морозам. Сергей рассчитывает, что такой гибрид сможет дать обильный урожай вкусных яблок в условиях переменчивого климата.

Установите правильную последовательность действий, которые должен выполнять Сергей при окулировке яблони:

- 1) срезать с черенка крупную почку, которая выросла в прошлом году
- 2) плотно обвязать место прививки
- 3) вырастить саженец из семени дикой яблони
- 4) сделать надрез на свободной от сучков ветке дичка
- 5) прикрепить почку к подвою

При изучении хозяйственного значения вегетативного размножения растений можно предложить шестиклассникам выполнить задание «Прививка растений». Задание содержит в условии всю необходимую для решения информацию и не требует специальных базовых знаний, поэтому может быть рассмотрено на этапе изучения нового материала.

Как часто бывает в заданиях формата PISA, условие содержит избыточную информацию о трех способах прививки растений. Для успешного выполнения задания необходимо вычленивать из текста только значимые данные о последовательности действий при окулировке. Если рисунок выбран верно, то его сопоставление с позициями задания даёт последовательность 3, 1, 4, 5, 2. Данный пример даёт возможность обсудить с учениками ситуацию, когда задача имеет *не одно* правильное решение. Это очень важно для развития креативного мышления. При выполнении

процедуры окулировки этапы «срезать с черенка крупную почку» и «сделать надрез на ветке дичка» могут быть переставлены местами, что не повлияет на конечный результат этой процедуры.

Развиваемая компетенция – интерпретация данных для получения выводов. Критерии оценивания:

Ответ: 31452 ИЛИ 34152	
Последовательность указана верно	2 балла
В последовательности перепутаны местами два элемента ответа	1 балл
Ответ неверный или отсутствует	0 баллов

Прививка растений

В садоводстве прививкой называют перенесение и плотное прикрепление части одного растения (привоя) на другое растение (подвой) для их взаимного срастания и получения гибрида с новыми свойствами. В результате получается новый единый организм, где корневая система подвоя обеспечивает рост и развитие привоя. Срастание привоя и подвоя идёт тем успешнее, чем ближе ботаническое родство исходных растений. Оптимальным вариантом является внутривидовая прививка, однако иногда вполне успешно проходит прививание растений разных видов внутри одного семейства.



2. Сергей решил привить черешню к вишне, желая получить новый сорт с необычными вкусовыми качествами. В каких случаях прививка в расщеп подойдёт для решения задачи Сергея, а в каких – нет? Отметьте «подойдёт» или «не подойдёт» для каждого случая.

Случаи	Подойдёт	Не подойдёт
Толщина подвоя равна толщине привоя		
Кора вишни очень плохо отделяется от древесины		
Надземная часть вишни погибла, а корень живой		
Прививка осенью, когда сокодвижение в растении прекращается		

Вторая часть задания «Прививка растений» интересна не столько с предметной стороны, сколько со стороны оформления ответа. Подобная формулировка задания в виде заполнения таблицы встречается в задачах формата PISA, поэтому школьники должны быть с ней знакомы. Ход выполнения аналогичен разобранным выше: из трех способов прививки

на рисунке надо выбрать один, который фигурирует непосредственно в вопросе.

Ответ:

Случаи	Подойдет	Не подойдет
Толщина подвоя равна толщине привоя		✓
Кора вишни очень плохо отделяется от древесины	✓	
Надземная часть вишни погибла, а корень живой	✓	
Прививка осенью, когда сокодвижение в растении прекращается		✓

Критерии оценивания:

Верно указано «подойдёт» или «не подойдёт» для 4 случаев	2 балла
Верно указано «подойдёт» или «не подойдёт» для 3 случаев	1 балл
Верно указано «подойдёт» или «не подойдёт» для 0–2 случаев или ответ отсутствует	0 баллов

Примеры заданий для 7-го класса

Предметное содержание программы 7-го класса по биологии включает темы: «Систематические группы растений», «Развитие растительного мира на Земле», «Растения в природных сообществах», «Растения и человек», «Грибы. Лишайники. Бактерии». На основе общего знания строения и закономерностей жизни растения учащиеся приступают к изучению конкретных групп растений, их взаимодействия между собой и значения для человека. Используя это предметное содержание, очень удобно показать ценность общих знаний для решения практических задач как личностного уровня, так и национального или глобального.

Тема «Растения и человек»

При обсуждении основных сельскохозяйственных растений нельзя не упомянуть об одной из основных злаковых культур планеты – рисе.

Для выполнения задания «Выращивание риса» потребуются базовые знания об экологических группах растений.

Выращивание риса

Рис является гидрофитом — полуназемным-полуводным растением. Адаптацией к такому образу жизни является способность дышать в основном листьями, а не корнем.

Существует три основных типа рисоводства:

- Проливное: рис выращивают при постоянном затоплении водой. Таким способом выращивают до 90% риса в мире.
- Суходольное: рис выращивают без искусственного орошения в областях с большим количеством осадков. Урожайность таких полей ниже, чем проливных.
- Лиманное: рис выращивают в заливах рек или во время паводков. Такой способ возделывания риса является древнейшим, но малоэффективным.

1. Какой из типов рисоводства будет способствовать наименьшему развитию сорных растений на рисовых полях? Ответ поясните.



Проанализировав информацию из пояснительного текста об адаптации риса к полуводному-полуназемному существованию, учащиеся могут сделать предположение, что сорные растения к таким условиям не приспособлены.

Развиваемая компетенция – научное объяснение явлений. Ответ: «Проливной тип рисоводства, так как сорняки почти не способны расти на затопленной территории». Критерии оценивания: максимальная оценка – 2 балла, если верно дан ответ и приведено пояснение; если дан только верный ответ, но пояснение неверное или отсутствует – 1 балл; в прочих ситуациях – 0 баллов.

Продолжая тему выращивания риса, можно повторить материал предыдущей темы о влиянии на растения условий неживой природы. Также на базе предметного содержания важно отработать сложную форму задания – заполнение таблицы по результатам анализа предложенной информации.

2. Рис теплолюбив, но не любит слишком высокую температуру, так как это мешает развиваться росткам. Оптимальная температура для роста растений – 25–30°C, максимальная – 40 °С. Выращивание риса в значительной степени зависит от количества атмосферных осадков: для хорошего урожая требуется не менее 1000–1200 мм в сезон. Слой воды на почве сглаживает суточные колебания температуры воздуха и питает небольшую корневую систему растения. Пасмурная погода отрицательно сказывается на продолжительности вегетации и продуктивности риса.

Какие условия необходимо соблюдать при выращивании риса на дачном участке, расположенном в Московской области? Отметьте «да» или «нет» для каждого из условий.

Условия	Да	Нет
Сажать рис нужно поздней весной, когда температура уже стабильно высокая		
Выращивать рис необходимо в круглосуточно затенённом месте		
Зёрна нужно закладывать в борозды, заполненные водой		
Необходимо минимизировать полив и защитить посев от осадков		

Ответ:

Условия	Да	Нет
Сажать рис нужно поздней весной, когда температура уже стабильно высокая	√	
Выращивать рис необходимо в круглосуточно затененном месте		√
Зерна нужно закладывать в борозды, заполненные водой	√	
Необходимо минимизировать полив и защитить посев от осадков		√

Критерии оценивания:

Верно указано «да» или «нет» для четырех условий	2 балла
Верно указано «да» или «нет» для трех условий	1 балл
Верно указано «да» или «нет» для двух и менее условий, или ответ отсутствует	0 баллов

Тема «Грибы. Лишайники. Бактерии»

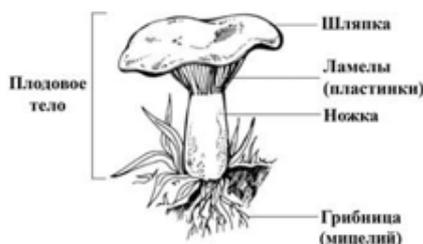
Изучение бактерий, грибов и лишайников предполагает широкие возможности для использования на разных этапах урока заданий из открытого банка PISA.

На мотивационно-целевом этапе урока про строение и размножение грибов в качестве проблемной ситуации можно предложить ученикам выполнить элемент задания «Культивирование грибов». Варианты ответов будут самыми разнообразными, так как базовых знаний на этот момент недостаточно. На этапе рефлексии стоит вернуться к этому заданию и найти правильный ответ.

При культивировании летнего опёнка в качестве посадочного материала иногда используют настой зрелых шляпок грибов. Для этого шляпки измельчают, помещают в ёмкость с водой на сутки, затем процеживают настой через марлю и обильно поливают им отрезки древесины.



Летний опёнок, выращенный на отрезке древесины в теплице



С какой целью готовят настой шляпок летнего опёнка?

1. В результате вымачивания грибница увлажняется и затем легче проникает в субстрат.
2. Из шляпок вымываются споры грибов, способные к заселению субстрата.
3. Вымачивание в воде в течение суток приводит к гибели бактерий, вредных для гриба.
4. Из шляпок формируются новые плодовые тела.

Задание с выбором одного ответа, но среднего уровня сложности, так как предполагает использование и применение знания для объяснения явления. Развиваемая компетенция – научное объяснение явлений. Критерий оценивания: 1 балл за верно выбранный ответ 2.

Примеры заданий для 8-го класса

Предметное содержание программы 8-го класса по биологии включает темы: «Животный организм», «Строение и жизнедеятельность организма животного», «Систематические группы животных», «Развитие животного мира на Земле», «Животные в природных сообществах», «Животные и человек». Жизненные ситуации, связанные с домашними или дикими животными, часто являются для учащихся знакомыми, лично значимыми и вызывают заинтересованность.

Тема «Животный организм»

(раздел «Размножение и развитие животных»);

тема «Систематические группы животных» (раздел «Членистоногие»)

Элемент задания «Яблонная плодожорка» может быть рассмотрен в ходе обсуждения типов развития насекомых. Задание выполняется на основе анализа текста: очевидно, что *личинка, похожая на червя*, – это гусеница, весной они *окукливаются* и превращаются в *бабочек* (взрослое насекомое). Далее можно разобрать жизненные циклы насекомых, знакомых учащимся в меньшей степени.

Яблонная плодожорка

Бабочка яблонная плодожорка – вредитель, поражающий плоды яблони, сливы и груши, которые преждевременно опадают с дерева и дают значительный процент сельскохозяйственного брака. Личинок яблонной плодожорки, похожих на червей, иногда можно обнаружить в яблоках. В этом случае про яблоки говорят, что они червивые. Опытные садоводы знают, что гусеницы яблонной плодожорки зимуют в плотных коконах под корой деревьев, в упаковочных ящиках, сараях и в почве. Весной они окукливаются и к концу цветения яблонь превращаются в бабочек.

1. Какова очерёдность стадий развития в жизненном цикле яблонной плодожорки? Укажите, какая картинка в каком поле цикла должна находиться.



Взрослое насекомое



Гусеница



Куколка

Цикл развития яблонной плодожорки

Первая стадия
Последняя стадия

Яйцо

Ответ: гусеница – куколка – взрослое насекомое. Верный ответ оценивается в 1 балл.

Следующий фрагмент задания «Яблонная плодожорка» позволяет показать, как можно применить знания о стадиях жизненного цикла бабочки в практических целях.

4. В борьбе с яблонной плодожоркой широко применяются биологические методы борьбы. Для этого, в частности, используют половые феромоны – вещества, привлекающие насекомых к месту спаривания.

На какой стадии жизненного цикла яблонной плодожорки можно достичь максимального эффекта использования феромонов для борьбы с этим вредителем? Ответ поясните.

Для выполнения задания необходимы базовые знания о стадиях развития насекомых с полным превращением. Из этих стадий необходимо выбрать ту, на которой насекомые спариваются (информация из вводного текста: «...половые феромоны – вещества, привлекающие насекомых к месту спаривания»). Обязательно стоит акцентировать внимание учащихся на требовании пояснить ответ: без пояснения не будет выставлен максимальный балл. Формируемая компетенция – научное объяснение явлений.

Ответ: «На стадии бабочки (взрослого насекомого, имаго); пояснение – бабочки устремляются к месту, где сосредоточено пахучее вещество».

Критерии оценивания:

Верно дан ответ и пояснение	2 балла
Дан верный ответ, но пояснение неверное или отсутствует	1 балл
Ответ неверный или отсутствует	0 баллов

Тема «Систематические группы животных» (раздел «Рыбы»)

Плавательный пузырь – особый орган, характерный исключительно для костных рыб. Эта структура обсуждается в двух аспектах: как приспособление к среде обитания и как систематический признак отличия хрящевых и костных рыб. Для уточнения функции плавательного пузыря учащимся можно предложить задание «Плавание рыб».

Для выполнения этого задания необходимы базовые знания по физике: сила Архимеда и условия плавания тела, погруженного в жидкость.

Плавание рыб

Рыбы могут свободно перемещаться в вертикальном направлении. Некоторые рыбы обладают важным органом – плавательным пузырьём. С его помощью рыба может погружаться на дно и подниматься к поверхности воды. Плавательный пузырь располагается в брюшной полости и занимает очень много места. Он представляет собой мешочек, заполненный газами. Если рыбе нужно опуститься на дно, стенки пузыря при помощи грудных и брюшных мышц сжимаются, и рыба погружается. При движении вверх всё происходит наоборот.



Плавательный пузырь

1. Какое из утверждений наиболее полно объясняет, как рыба с плавательным пузырьём поднимается к поверхности воды?

- 1) Грудные и брюшные мышцы накачивают воздух, поступающий через жабры, в плавательный пузырь, тем самым увеличивая силу тяжести, и рыба поднимается в толще воды.
- 2) Стенки плавательного пузыря расслабляются, газы заполняют весь объём плавательного пузыря, при этом средняя плотность рыбы увеличивается и рыба поднимается в толще воды.
- 3) Стенки плавательного пузыря расслабляются, газы заполняют весь объём плавательного пузыря, при этом увеличивается сила Архимеда, действующая на рыбу, и рыба поднимается в толще воды.
- 4) Стенки пузыря при помощи грудных и брюшных мышц сжимаются, тем самым уменьшается сила тяжести, действующая на рыбу, и рыба поднимается в толще воды.

Ответ (критерии оценивания)

2. Почему рыбы с плавательным пузырьём, когда умирают, всплывают на поверхность водоёма? Поясните свой ответ.

Ответ (критерии оценивания)

Задание 1. Правильный ответ – 3; критерий оценивания – 1 балл.

Задание 2. Возможный ответ: «Когда рыба умирает, у нее расслабляются все мышцы, в том числе и мышцы, сжимающие плавательный пузырь; увеличивается объем рыбы, Архимедова сила превышает силу тяжести, поэтому рыба всплывает». Критерий оценивания: за правильное объяснение – 1 балл, если объяснение неверное или отсутствует – 0 баллов.

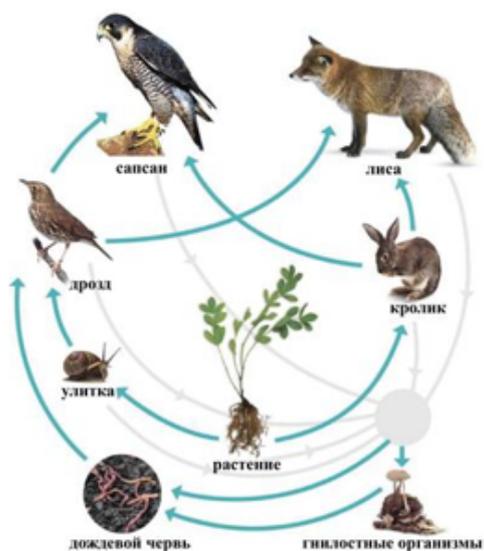
Тема «Животные в природных сообществах»

Тема взаимосвязи животных между собой за счет пищевых цепей и сетей обычно не вызывает трудностей у обучающихся. Но в задании «Причины вымирания сапсанов» есть дополнительное условие составления пищевой цепи: необходимо выбрать *только тех* участников, которые участвовали в накоплении пестицидов в организме сапсана. Второе условие: указать пищевую цепь необходимо *полностью*, то есть для выполнения задания нужны базовые знания о структуре цепи питания.

Причины вымирания сапсанов

Вплоть до середины XX в. на территории Москвы обитали соколы-сапсаны.

В XX в. в связи с массированным применением в сельском хозяйстве пестицидов группы ДДТ популяция сапсана в Центральной России практически исчезла. Пестициды применялись для защиты урожая от различных вредителей, таких как насекомые, моллюски и паразитические черви (отсюда и название: pest – «зараза», cide – «истреблять»).



1. Выберите из списка и расставьте в правильном порядке только тех участников пищевой цепи, которые участвовали в накоплении пестицидов в организме сапсана. В ответе укажите полностью пищевую цепь.

Из сопроводительного текста следует, что пестициды применялись для защиты *урожая* сельскохозяйственных растений от различных вредителей-беспозвоночных. Следовательно, необходимо выписать звенья цепи, ведущие от растения к сапсану. Эта задача не имеет единственно правильного решения, верными будут два варианта пищевой цепи: растение – улитка – дрозд – сапсан или растение – кролик – сапсан. Верный ответ оценивается в 1 балл.

Более сложным, требующим обобщать информацию и делать выводы является фрагмент 2 того же задания про сапсанов.

2. Почему применение пестицидов привело к гибели сапсанов, если высокотоксичные для насекомых ядохимикаты были безвредны для теплокровных животных в применяемых концентрациях?

Здесь учащимся необходимо понимание того факта, что в цепи питания передается энергия, заключенная в веществах (в пище).

Возможный ответ: «Сапсаны находятся на вершине пищевой цепочки, поэтому получают более высокую дозу химических веществ». Верный ответ оценивается в 1 балл.

Обсудить последствия накопления в организме сапсанов пестицидов поможет задание 3 той же линейки. Обращаем внимание учеников на форму ответа: в таблице необходимо отметить верность или неверность четырех суждений.

3. Накопление пестицидов в организмах сапсанов в течение нескольких лет достигло угрожающих концентраций. Главным последствием отравления стало нарушение кальциевого обмена в организме.
 Что могло быть прямым следствием нарушения кальциевого обмена у сапсана и, как следствие, привести к вымиранию популяции? Ответьте «да» или «нет» для каждой из причин вымирания.

Причины вымирания	Да	Нет
Вокруг яиц формировалась слишком тонкая скорлупа, что приводило к повреждению яиц при насиживании		
Острота зрения у взрослых птиц ухудшалась, что снижало возможность эффективной охоты		
Нарушалась магнитная ориентация птиц, что препятствовало возвращению с юга на родину		
Кости и мышцы у эмбрионов развивались с нарушениями, что приводило к преждевременной гибели птенцов		

Для правильного ответа на вопрос школьникам надо учесть информацию о нарушении кальциевого обмена, данную в сопроводительном тексте.

Ответ:

Причины вымирания	Да	Нет
Вокруг яиц формировалась слишком тонкая скорлупа, что приводило к повреждению яиц при насиживании	✓	
Острота зрения у взрослых птиц ухудшалась, что снижало возможность эффективной охоты		✓
Нарушалась магнитная ориентация птиц, что препятствовало возвращению с юга на родину		✓
Кости и мышцы у эмбрионов развивались с нарушениями, что приводило к преждевременной гибели птенцов	✓	

Критерии оценивания:

Верно указано «да» или «нет» для 4 причин	2 балла
Верно указано «да» или «нет» для 3 причин	1 балл
Верно указано «да» или «нет» для 0-2 причин, или ответ отсутствует	0 баллов

Тема «Животные и человек»

Прямое или косвенное антропогенное воздействие на живую природу приводит к разнообразным последствиям. Признание ошибок и попытки их исправить – важное качество личности. Готовность оценивать поведение и поступки с позиции норм экологической культуры – элемент планируемых личностных результатов освоения учебного предмета «Биология» на уровне основного общего образования. Как элемент экологического воспитания на уроках биологии можно рассматривать решение фрагмента задания «Причины вымирания сапсанов».

На данный момент реализуется программа по восстановлению некогда существовавшей в Москве популяции сапсана. С 1995 по 2005 г. на территории города было выпущено 53 птенца.

1. Выпуск на волю одной из партий птенцов был произведен в конце июня 2005 г. В апреле 2006 г. на Главном здании МГУ была отмечена пара сапсанов, которая долгое время там держалась и демонстрировала территориальное поведение. Птицы занимали идеальную для гнездования вентиляционную нишу на 30-м этаже, однако птенцов у них не появилось.

Какую причину отсутствия птенцов у гнездящейся в Москве пары можно считать наиболее вероятной?

- 1) Нехватка еды для прокорма птенцов
- 2) Слишком низкая среднегодовая температура для развития птенцов
- 3) Юный возраст гнездящихся особей
- 4) Нехватка строительного материала для формирования гнезда

Ответ (критерии оценивания)

В сопроводительном тексте представлена информация о сроках выпуска птенцов и сроках наблюдения за образовавшейся парой. Если принять во внимание эту информацию, то наиболее вероятной причиной отсутствия птенцов следует считать юный возраст гнездящихся особей. Верный ответ оценивается в 1 балл.

Примеры заданий для 9-го класса

Предметное содержание программы 9-го класса по биологии включает 15 тем: «Человек – биосоциальный вид», «Структура организма человека», «Нейрогуморальная регуляция», «Опора и движение», «Внутренняя среда организма», «Кровообращение», «Дыхание», «Питание и пищеварение», «Обмен веществ и превращение энергии», «Кожа», «Выделение», «Размножение и развитие», «Органы чувств и сенсорные системы», «Поведение и психика», «Человек и окружающая среда».

Материалы этого курса близки учащимся, обычно вызывают заинтересованность, способствуют формированию здоровьесберегающих компетенций.

Тема «Внутренняя среда организма»

Тому Ситасу (Германия) принадлежит мировой рекорд по задержке дыхания под водой, который составляет 22 мин. 22 с. Этот результат занесён в Книгу рекордов Гиннесса. Перед рекордным погружением ныряльщик активно дышал чистым кислородом в течение 20 мин.



3. Некоторые тренировки Тома Ситаса велись в барокамере с пониженным содержанием кислорода.

Каким должен быть результат этих тренировок?

Отметьте **один** верный вариант ответа.

- A) Повышение содержания углекислого газа в крови
- B) Повышение содержания эритроцитов в крови
- C) Разрушение тромбоцитов
- D) Разрушение стенок кровеносных сосудов

При изучении состава и функций крови можно разобрать с учениками элемент задания «Экстремальные профессии». Для поиска решения понадобятся базовые знания о функциях форменных элементов крови.

В сопроводительном тексте и тексте вопроса есть указание на различное содержание кислорода в разные периоды исследования: *«перед рекордным погружением ныряльщик активно дышал чистым кислородом»* и *«некоторые тренировки велись в барокамере с пониженным содержанием кислорода»*. Фиксация и транспорт кислорода связаны с эритроцитами.

Верный ответ: «Повышение содержания эритроцитов в крови» (1 балл). Задание низкого уровня сложности, развиваемая компетенция – понимание особенностей естественно-научного исследования.

Тема «Дыхание»

При изучении темы «Дыхание» обязательно обсуждается вред и последствия табакокурения. Для контроля усвоения вопроса о функциях легких можно предложить школьникам элемент задания «Курение табака».

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.

Проверяемая компетенция – научное объяснение явлений. Критерии оценивания – 1 балл за выбор верного ответа: «Передавать некоторое количество вдыхаемого кислорода в кровь».

Следующее задание из этой линейки позволяет построить модель эксперимента для исследования эффективности никотинового пластыря для отказа от курения.

Некоторые люди используют никотиновый пластырь, чтобы помочь себе бросить курить. Пластырь прикрепляется на кожу и выделяет никотин в кровь. Это помогает ослабить желание курить и избавляет от симптомов, связанных с прекращением курения.

Чтобы исследовать эффективность никотинового пластыря, была случайным образом сформирована группа из 100 курильщиков, которые хотят бросить курить. Эта группа исследовалась в течение шести месяцев. Эффективность никотинового пластыря определялась числом людей из группы, которые в конце исследования не начали снова курить.

Какой из следующих планов эксперимента является **наилучшим**?

- A Все люди в группе носят пластыри.
- B Все носят пластыри, кроме одного человека, который пытается бросить курить, не используя пластырь.
- C Люди сами выбирают, будут ли они пользоваться пластырем, чтобы бросить курить.
- D Случайно выбранная половина людей использует пластыри, а другая половина не использует их.

Анализ предложенных вариантов показывает, что проведение экспериментов по планам А и В не даст никакой статистической информации. Вариант С не является экспериментом вовсе, так как условия не заданы и не контролируются. Правильный ответ: вариант D – оценивается в 1 балл. Проверяемая компетенция – понимание особенностей естественно-научного исследования.

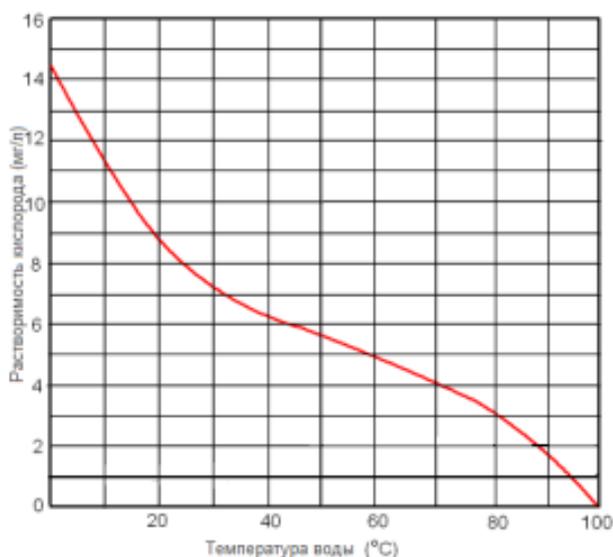
Тема «Обмен веществ и превращение энергии»

(раздел «Витамины»)

В курсе биологии представлены элементарные знания о витаминах как о химических веществах, но уделяется также внимание и особенностям влияния витаминов на процессы обмена веществ в случае их нехватки или

избытка. В связи с этим обсуждаются вопросы их сохранения при приготовлении пищи. В рамках этого разговора можно предложить учащимся элемент задания «Активаторы жизни».

Одноклассницы вместе делали уроки, проголодались и решили сварить картошку. Перед тем, как чистить клубни, Таня налила в кастрюльку воду и поставила её на огонь. Очищенные клубни она поместила в уже кипящую воду. Катя смотрела за действиями Тани и думала о том, что она делает по-другому: кладёт очищенные клубни в холодную воду, которая затем подогревается вместе с картофелем. Она спросила у подруги, почему лучше класть картошку в уже кипящую воду. В ответ вместо объяснения подруга зачем-то показала ей график, показывающий содержание кислорода в воде в зависимости от температуры воды.



5. Почему при варке картофеля лучше класть сырые клубни сразу в кипящую воду, а не ждать, пока вода согреется и закипит вместе с картошкой?

Отметьте **один** верный вариант ответа.

- В кипящей воде нет кислорода, разрушающего витамин С.
- Кипящая вода препятствует развитию болезнетворных микроорганизмов.
- В уже кипящей воде картошка сварится быстрее.
- В кипящей воде клубни лучше развариваются.

Выполнение задания стоит начать с анализа графика зависимости растворимости кислорода от температуры воды. Из графика следует,

что кислород в холодной воде растворяется лучше, чем в горячей. Разрушение витамина С зависит от содержания кислорода.

Это задание среднего уровня сложности, относится к компетенции «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов». Критерии оценивания: за выбранный ответ «В кипящей воде нет кислорода, разрушающего витамин С» – 1 балл.

При изучении темы «Обмен веществ и превращение энергии» обязателен разговор о нормах и режиме питания. Для анализа рациона питания при контроле массы тела можно взять элемент уже обсуждаемого ранее задания про хлореллу.

Питательность хлореллы

Хлорелла пригодна для того, чтобы употреблять её в качестве пищи прямо в натуральном виде без предобработки. По своей питательности эта водоросль не уступает мясу и значительно превосходит пшеницу. Если в пшенице содержится 12% белка, то в хлорелле его – более 50%. Поэтому хлорелла активно используется в качестве пищевых добавок и добавок к кормам для животных и птиц.

Для взрослого человека среднего возраста рекомендованы следующие нормы употребления белков, жиров и углеводов.



Диета	Белки (%)	Жиры (%)	Углеводы (%)
Набор массы	25-35%	15-25%	40-60%
Норма	25-35%	25-35%	20-60%
Похудение	40-50%	20-40%	30-50%

3 При какой диете употребление пищевых добавок из хлореллы будет рекомендовано человеку в наибольшей степени?

Ответ: _____

В сопроводительном тексте есть информация о значительном содержании белка в пищевых добавках на основе хлореллы. Обзор диаграмм соотношения белков, жиров и углеводов в потребляемой пище позволяет

выявить, что высокая доля белковых продуктов рекомендована при похудении.

Возможный ответ: «Применение пищевых добавок из хлореллы рекомендовано при похудении (при снижении массы тела)».

Ответ оценивается в 1 балл.

География

География является уникальной школьной дисциплиной, так как объединяет в себе естественно-научное и обществоведческое содержание. Курсы географии 5, 6, 7 и частично 8-го классов относятся к естественно-научной области знаний, а курсы частично 8, 9 и 10-го классов – к обществоведческой. Традиционно в советской школе географию относили к области естественно-научных знаний. Перенос ее в область обществоведческих предметов произошел в российский период развития отечественного образования. В мире чаще всего географию рассматривают как науку о природе и относят ее к естественно-научным предметам. Так как организаторами проведения исследований в области естественнонаучной и других видов грамотности являются международные организации, то задания, относящиеся к предмету «География», отнесены к естественнонаучной грамотности.

Для подготовки к выполнению заданий международных исследований можно использовать как традиционные источники диагностирующих материалов, так и специализированные банки данных. К таковым можно отнести:

➤ банк заданий для формирования и оценки функциональной грамотности обучающихся основной школы (5–9-е классы) ФГБНУ «Институт стратегии развития образования Российской академии образования» (<http://skiv.instrao.ru/bank-zadaniy/estestvennonauchnaya-gramotnost/>);

➤ банк заданий для оценки естественно-научной грамотности обучающихся 7–9-х классов ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений» (<https://fipi.ru/otkrytyy-bank-zadaniy-dlya-otsenki-yestestvennonauchnoy-gramotnosti>);

➤ банк заданий и материалы по проведению международного исследования PISA-2018 Центра оценки качества образования ФГБНУ «Институт стратегии развития образования Российской академии образования» (http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018_pub.html);

➤ публикацию «Международная программа PISA. Примеры заданий по чтению, математике и естествознанию». Составители: Ковалева Г.С., Красновский Э.А., Краснокутская Л.П., Краснянская К.А. (<https://www.innove.ee/wp-content/uploads/2019/02/Pisa2009-vene.pdf>).

Каждое задание можно охарактеризовать на основе составления визитной карточки. Это целесообразно делать для лучшего понимания смысла и сути задания. Подобная форма представления установочных сведений необходима учителю для организации системы подготовки обучающихся к выполнению диагностирующих заданий.

Примеры заданий по естественнонаучной грамотности для 6–7-х классов¹

Задание 1 описывается визитной карточкой:

Компетенция	Научное объяснение явлений
Контекст	Местный / национальный – Опасности
Знание – Система	Содержание – Земля и космос
Когнитивный уровень	Средний

¹ Проведение исследования PISA-2018 в России. Оценка естественно-научной грамотности. Информация с сайта Центра оценки качества образования ФГБНУ «Институт стратегии развития образования Российской академии образования» Министерства просвещения Российской Федерации (http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018_sl.html).

Формат вопроса	Открытый ответ
Формат проверки	Экспертная проверка

PISA 2015

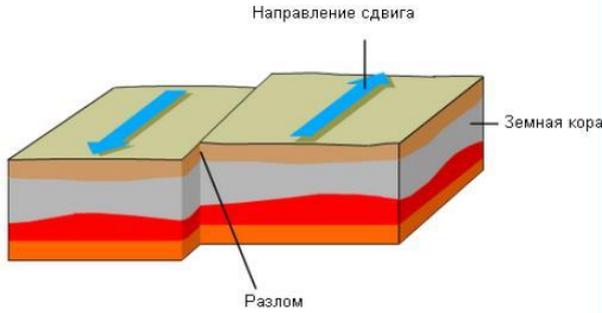
Добыча подземных вод и землетрясения
Вопрос 1 / 4

Прочитайте текст "Добыча подземных вод и землетрясения", расположенный справа. Запишите свой ответ на вопрос.

На разломах естественным образом накапливается напряжение. Почему это происходит?

ДОБЫЧА ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Твёрдая 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.



Выполнение задания предполагает анализ текстовой информации, иллюстрированной схематичным рисунком. Задание имеет инструкцию по выполнению, представляющую собой фразу «Прочитайте текст «Добыча подземных вод и землетрясения», расположенный справа. Запишите свой ответ на вопрос». Это облегчает понимание обучающимся алгоритма своей деятельности.

Суть задания заключается в необходимости предоставления развернутого ответа на основе описания разломов земной коры и схематичного рисунка. Данный вопрос является вводным для решения основной задачи – установления связи между добычей подземных вод и возникновением землетрясений. Обучающиеся должны понимать, что земная кора не является монолитной структурой, что она расколота на отдельные блоки – литосферные плиты. Формирование данного представления необходимо начинать с 5-го класса при изучении темы «Литосфера» и закреплять в 7-м классе при изучении теории движения литосферных плит. Так как

эндогенные процессы не видны из-за своей малой скорости протекания, то целесообразно использовать на уроке динамические модели, серии иллюстраций или анимационные ролики, демонстрирующие разные виды взаимодействия литосферных плит. Подобный прием даст возможность обучающимся наглядно представить себе те процессы, которые скрыты от их взора. Визуальный образ, особенно если он дан в динамике с использованием современных компьютерных технологий, способствует более прочным знаниям, нежели представленный образ на основе текста учебника.

Развитием мероприятий по комплексной подготовке к выполнению подобных заданий может быть организация выполнения проекта по самостоятельному созданию обучающимися анимации протекания какого-либо природного процесса. Это важно с двух позиций: во-первых, формируется личная заинтересованность обучающегося в процессе создания наглядного пособия, во-вторых, повышается мотивация учения за счет осознания своей сопричастности к образовательному процессу и более глубокого понимания сути природных явлений.

Местный контекст задания определяется локальным проявлением описанного в задании природного явления. Содержательные сложности могут быть связаны с разным уровнем владения обучающимися тематическими знаниями и научной терминологией, необходимыми при формулировке развернутого ответа на поставленный вопрос. Поэтому на уроках целесообразно проводить терминологические диктанты, а также вести работу по оформлению тематических словарей и т.д.

В итоге работы с заданием обучающиеся должны сформулировать утверждение, в котором устанавливается связь между движением литосферных плит и возникающим при их взаимодействии напряжением.

Задание 2 имеет следующие характеристики:

Компетенция	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов
Контекст	Местный / национальный – Опасности
Знание – Система	Процедура
Когнитивный уровень	Низкий
Формат вопроса	Сложный множественный выбор
Формат проверки	Автоматизированная компьютерная проверка

Добыча подземных вод и землетрясения
 Вопрос 2 / 4

Прочитайте текст «Напряжение в земной коре», расположенный справа. Для ответа на вопрос используйте метод «Перетащить и оставить».

На карте справа показан уровень напряжения в земной коре в одном из районов. Четыре участка в этом районе 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.

А

В

С

D

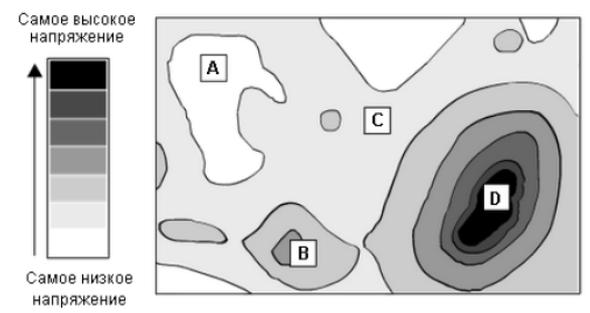
Наибольший риск:

Наименьший риск:

ДОБЫЧА ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Напряжение в земной коре

Уровни напряжения в земной коре



The map shows a legend on the left with a vertical scale from 'Самое низкое напряжение' (lowest stress) at the bottom to 'Самое высокое напряжение' (highest stress) at the top, represented by a grayscale gradient. The map itself shows four areas: A is in a low-stress zone; B is in a medium-stress zone; C is in a high-stress zone; and D is in the highest-stress zone, indicated by the darkest shading.

Выполнение задания предполагает анализ картографической информации, снабженной легендой. Задание имеет инструкцию по выполнению, представляющую собой фразу «Прочитайте текст «Напряжение в земной коре», расположенный справа. Для ответа на вопрос используйте метод «Перетащить и оставить». Это облегчает понимание обучающимся алгоритма своей деятельности.

Процесс выполнения задания можно разбить на две части: содержательную, основанную на анализе представленной карты,

и процедурную, основанную на формировании последовательности объектов в соответствии с условием задания.

Чтение географической карты является основополагающим географическим умением, формирование которого необходимо начинать с самых первых уроков в 5-м классе. Процедура чтения карты основана на сопоставлении условных знаков, представленных в легенде, с изображением на поле карты. Очень важно приучить обучающихся к картам разного содержания и масштаба, чтобы появление нового картографического изображения не вызывало у них страха и непонимания. При обучении работе с картой необходимо идти от простых к сложным картам. Их использование в процессе обучения возможно на уроках различных типов – от урока освоения новых знаний и видов учебной деятельности до урока обобщения и развивающего контроля. Также карты можно использовать на любых этапах урока – от постановки цели учебного занятия и формулировки его темы до первичного закрепления и выдачи домашнего задания.

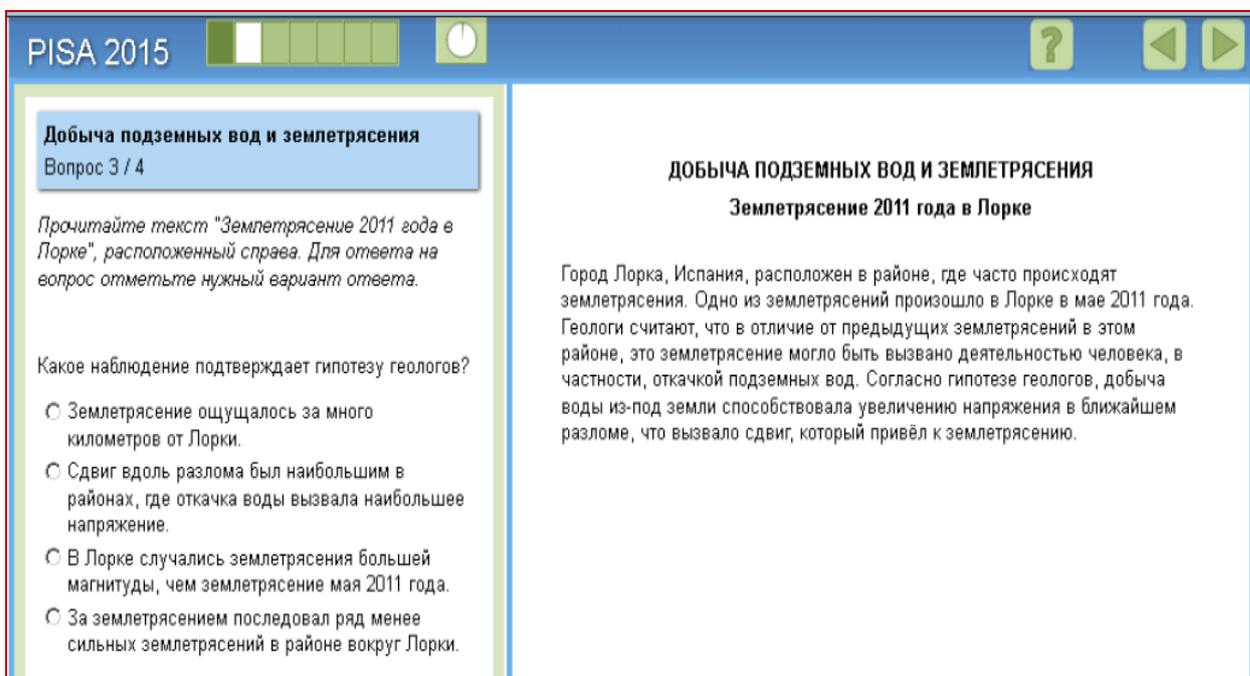
Работа с любой картой начинается с прочтения ее названия, которое определяет содержание карты. Далее следует провести анализ условных знаков, представленных в легенде. После этого можно составлять описание тематического содержания, отображенного на карте.

При работе с данным заданием можно предложить обучающимся составить описание территории, изображенной на карте. В этом случае школьники должны сказать о том, что:

- большая часть территории имеет низкое напряжение;
- повышенное и высокое напряжение носит локальный характер;
- увеличение напряжения от низкого к высокому происходит постепенно;
- области с разной степенью напряжения обозначены с помощью изолиний;
- значение напряжения на представленной карте не указано.

Низкий когнитивный уровень задания можно объяснить тем, что при его выполнении не требуется самостоятельно сформулировать ответ на вопрос или какое-либо умозаключение, а достаточно только воспроизвести представленную информацию с учетом заданной закономерности, то есть дать правильную последовательность областей с разной степенью напряжения от низкой к высокой – А, С, В, D. Особо следует обращать внимание обучающихся при выполнении как диагностирующих, так и тренировочных заданий на направление изменения заданного параметра, то есть на то, в какой последовательности должны быть перечислены варианты ответов.

Местный, или национальный, контекст задания определяется локальным характером протекания упомянутого в задании природного явления. Обучающиеся должны понимать, что чем выше напряжение земной коры, тем больше вероятность возникновения землетрясения.



The screenshot shows a PISA 2015 test interface. On the left, there is a sidebar with the title "Добыча подземных вод и землетрясения" (Groundwater extraction and earthquakes) and "Вопрос 3 / 4". Below this, it says "Прочитайте текст 'Землетрясение 2011 года в Лорке', расположенный справа. Для ответа на вопрос отметьте нужный вариант ответа." (Read the text 'Earthquake 2011 in Lorca' located on the right. To answer the question, mark the correct option.)

The main question is: "Какое наблюдение подтверждает гипотезу геологов?" (Which observation confirms the geologists' hypothesis?). The options are:

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

On the right, the text reads: "ДОБЫЧА ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ. 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 привёл к землетрясению."

Задание 3 имеет следующие характеристики:

Компетенция	Научное объяснение явлений
Контекст	Местный / национальный – Опасности
Знание – Система	Содержание – Земля и космос

Когнитивный уровень	Средний
Формат вопроса	С выбором одного правильного ответа
Формат проверки	Автоматизированная компьютерная проверка

Выполнение задания предполагает анализ текстовой информации. Задание имеет инструкцию по выполнению, представляющую собой фразу «Прочитайте текст «Землетрясение 2011 года в Лорке», расположенный справа. Для ответа на вопрос отметьте нужный вариант ответа». Это облегчает понимание обучающимся алгоритма своей деятельности.

Алгоритм выполнения задания можно разделить на четыре этапа:

- ознакомление с текстом и его анализ;
- выделение гипотезы;
- подбор к гипотезе наблюдения;
- выбор варианта правильного ответа.

Обучающиеся для правильного выполнения задания должны понимать, что добыча подземных вод способствует увеличению напряжения в земной коре, что в конечном счете приводит к возникновению землетрясения.

Основой для выполнения задания может служить тема «Литосфера», изучаемая в 5-м классе, а также тематические блоки «Полезные ископаемые» и «Стихийные природные явления в литосфере» из курса 7-го класса.

Для правильного выбора ответа должно быть сформировано представление о том, что добыча полезных ископаемых приводит к подвижкам блоков земной коры. Верным вариантом ответа является второе по счету утверждение: «Сдвиг вдоль разлома был наибольшим в районах, где откачка воды вызвала наибольшее напряжение». При выборе данного ответа обучающиеся демонстрируют способность найти описанному событию научное объяснение.

Алгоритм выполнения тестового задания с одним верным ответом:

- 1) внимательно прочитайте задание;

- 2) определите, что необходимо в нем сделать;
- 3) по возможности представьте себе объект, явление или процесс, о котором говорится в задании;
- 4) прочитайте первый раз варианты ответа;
- 5) проанализируйте каждый из вариантов ответа;
- 6) сопоставьте каждый вариант ответа с тем событием, о котором говорится в тексте задания;
- 7) прочитайте повторно все варианты ответа и выберите тот, что является верным;
- 8) прочитайте задание и сопоставьте с ним выбранный вариант ответа;
- 9) запишите в бланк обозначение верного ответа или обведите в тексте задания выбранный ответ.

Для обучающихся 6–7-х классов подобный вид задания не является новым, так как в практике преподавания педагоги начинают использовать тестовые задания именно такие. Сложность конкретного задания заключается в значительных по объему вариантах ответа. Чаще всего они представлены словом или словосочетанием, в данном же случае – предложениями, что может вызвать определенные сложности у части обучающихся.

Чтобы школьники научились выполнять задания данного формата, можно на уроках давать задания не только на решение, но и на составление тестовых заданий. Это позволит сформировать у обучающихся умение работать с заданиями разного вида и содержания.

<p>Добыча подземных вод и землетрясения Вопрос 4 / 4</p> <p><i>Прочитайте текст «Землетрясение 2011 года в Лорке», расположенный справа. Для ответа на вопрос отметьте один или несколько вариантов ответа.</i></p> <p>Учащийся, проживающий в одном из городов в удалённом от Лорки районе, узнаёт о гипотезе геологов о землетрясении 2011 года в Лорке. Учащийся знает, что добыча подземных вод в районе, где он живёт, 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?</p> <p>✓ <i>Помните, что можно выбрать один или более вариантов ответа.</i></p> <p><input type="checkbox"/> Имеются ли разломы в земной коре в его районе?</p> <p><input type="checkbox"/> Существуют ли естественные причины, вызывающие напряжение в земной коре в его районе?</p> <p><input type="checkbox"/> Загрязнена ли вода, откачиваемая из-под земли в этом районе?</p> <p><input type="checkbox"/> Какова среднесуточная температура воздуха в этом районе?</p>	<p>ДОБЫЧА ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ Землетрясение 2011 года в Лорке</p> <p>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 привёл к землетрясению.</p>
--	--

Задание 4 имеет следующие характеристики:

Компетенция	Научное объяснение явлений
Контекст	Местный / национальный – Опасности
Знание – Система	Содержание – Земля и космос
Когнитивный уровень	Средний
Формат вопроса	Сложный множественный выбор
Формат проверки	Автоматизированная компьютерная проверка

Выполнение задания предполагает анализ текстовой информации. Задание имеет инструкцию по выполнению, представляющую собой фразу «Прочитайте текст «Землетрясение 2011 года в Лорке», расположенный справа. Для ответа на вопрос отметьте один или несколько вариантов ответа». Это облегчает понимание обучающимся алгоритма своей деятельности. Также в качестве инструкции для выполнения приведена фраза «Помните, что можно выбрать один или более вариантов ответа». Повтор

условия, относящегося к процедуре выполнения задания, можно объяснить значительным по объему вводным текстом.

При выполнении задания обучающиеся должны понимать причины возникновения землетрясений на местном уровне. Задание является практико-ориентированным, так как позволяет применить научные знания для объяснения природных явлений в регионе своего проживания.

Задание можно положить в основу проектной или исследовательской работы, связанной с изучением вероятности землетрясения в своей местности. В этом случае учитель использует краеведческий подход в обучении географии.

Чтобы выполнить задание, обучающийся должен различать, что является причиной, а что следствием землетрясения. Это позволит ему сформулировать (выбрать) вопросы, относящиеся к описываемому событию. Правильными ответами являются две позиции (первая и вторая): «Имеются ли разломы в земной коре в его районе?» и «Существуют ли естественные причины, вызывающие напряжение в земной коре в его районе?».

Урок географии является общеразвивающим. Поэтому учителю необходимо в повседневной практике уделять пристальное внимание формированию у обучающихся умения говорить, формулировать свои мысли и вопросы. Целесообразно в качестве одного из критериев выставления отличной отметки при устном опросе выбрать условие наличия полного, логически построенного ответа. В этом случае обучающиеся привыкнут говорить правильно законченными выражениями.

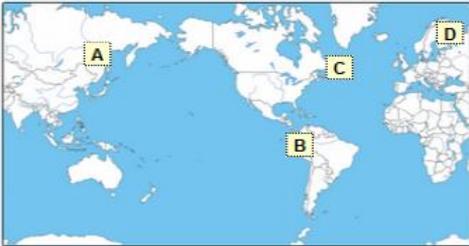
Примеры заданий по естественнонаучной грамотности для 7-го класса²

PISA 2015 ? ◀ ▶

Вулканические извержения
Вопрос 1 / 4

Прочитайте текст «Вулканические извержения», расположенный справа. Для ответа на вопрос отметьте нужный вариант ответа.

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



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

Задание 1 описывается визитной карточкой:

Компетенция	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов
Контекст	Глобальный – Опасности
Знание – Система	Процедура
Когнитивный уровень	Низкий
Формат вопроса	С выбором одного правильного ответа
Формат проверки	Автоматизированная компьютерная проверка

² Проведение исследования PISA-2018 в России. Оценка естественно-научной грамотности. Информация с сайта Центра оценки качества образования ФГБНУ «Институт стратегии развития образования Российской академии образования» Министерства просвещения Российской Федерации (http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018_sl.html).

Выполнение задания предполагает анализ картографической информации. Задание имеет инструкцию по выполнению, представляющую собой фразу «Прочитайте текст «Вулканические извержения», расположенный справа. Для ответа на вопрос отметьте нужный вариант ответа». Это облегчает понимание обучающимся алгоритма своей деятельности.

Суть задания заключается в необходимости сопоставить две картографические проекции. На одной из них отмечены отдельные (четыре) территории, на других двух – районы интенсивного вулканизма и землетрясений.

Задание основано на тематических знаниях, полученных обучающимися при изучении темы «Литосфера» в 5-м и 7-м классах. При подготовке к выполнению работы на уроках следует давать задания, связанные с обозначением на контурной карте основных районов вулканизма и сейсмической активности. При этом можно пользоваться не только мировой картой, но и картами материков. Это несколько усложнит задание, так как необходимо будет лишь частично нанести на контурную карту указанные районы, тем самым сделав их привязку к отдельным территориям.

Начать выполнение задания следует с ознакомления с его условием. Особо стоит обратить внимание на слово, выделенное жирным шрифтом, – «менее». Именно оно определяет условие выбора территории. Следующим шагом является ознакомление с содержанием представленных тематических карт и их сопоставление. Обучающиеся должны прийти к выводу, что районы современного вулканизма и сейсмической активности совпадают.

Обучающемуся необходимо использовать метод наложения карт в качестве реализации процедуры выполнения задания. Так как задание выполняется в компьютерной форме, то подобное наложение необходимо выполнить мысленно. При наложении карт обучающийся сможет увидеть, что менее всего угрозе вулканических извержений и землетрясений подвержена территория D. В ходе текущего обучения учитель может

предложить для наложения карт использовать кальку с нанесенной на нее исходной территорией. Этот прием поможет обучающемуся понять суть метода наложения карт.

Примечание: задание 2 не включено в банк открытых заданий.

PISA 2015

Вулканические извержения
Вопрос 3 / 4

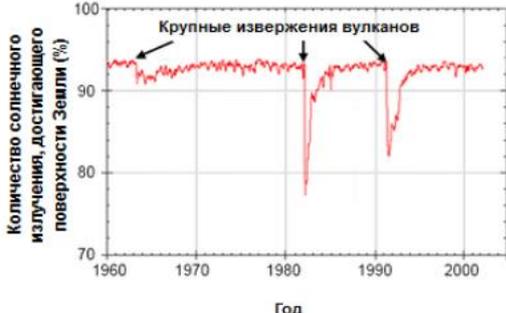
Прочитайте текст «Влияние на солнечное излучение», расположенный справа. Запишите свой ответ на вопрос.

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

ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ИЗВЕРЖЕНИЯ
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



Задание 3 описывается визитной карточкой:

Компетенция	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов
Контекст	Глобальный – Опасности
Знание – Система	Содержание – Земля и космос
Когнитивный уровень	Средний
Формат вопроса	Открытый ответ
Формат проверки	Экспертная проверка

Выполнение задания предполагает анализ графической информации. Задание имеет инструкцию по выполнению, представляющую собой фразу «Прочитайте текст «Влияние на солнечное излучение», расположенный справа. Запишите свой ответ на вопрос». Это облегчает понимание обучающимся алгоритма своей деятельности.

Суть задания заключается в необходимости дать развернутый ответ на поставленный вопрос на основе анализа графика. Алгоритм работы с графиком:

- график имеет две оси, каждая из которых имеет свое название и размерность используемого параметра;
- при установлении соответствия между представленными на графике параметрами надо один из них найти на соответствующей оси, провести перпендикуляр до пересечения с графиком и от полученной точки опустить перпендикуляр на вторую ось.

Первая сложность при выполнении задания может заключаться в том, что график имеет «пилообразный» вид, а обучающиеся привыкли работать с так называемыми гладкими графиками. Вторая сложность в том, что помимо двух осей присутствует пояснительный текст на координатной плоскости, показывающий точки на графике, соответствующие моментам вулканических извержений. Обучающемуся необходимо сделать вывод о том, что во время и сразу после крупных извержений количество солнечной радиации, достигающей поверхности Земли, значительно снижается. Тематической основой данного вывода является знание об экранирующем и поглощающем действии вулканической пыли, попадающей в атмосферу во время извержений.

При подготовке к выполнению подобных заданий можно усложнить условие, задав вопрос: какое из трех указанных на графике извержений сопровождалось наибольшим объемом выбросов вулканической пыли? Обучающиеся должны сделать вывод, что чем больше пыли попадает в атмосферу Земли, тем меньше солнечного излучения достигает поверхности планеты. При этом они должны отметить на графике второй (средний) его провал.

Задание можно использовать при изучении темы «Стихийные бедствия в литосфере», а также «Климаты Земли».

PISA 2015

Вулканические извержения
Вопрос 4 / 4

Прочитайте текст «Углекислый газ в атмосфере», расположенный справа. Для ответа на вопрос отметьте нужный вариант ответа.

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

Значительное влияние, так как происходит много извержений.

Значительное влияние, так как при каждом извержении выбрасывается большое количество веществ.

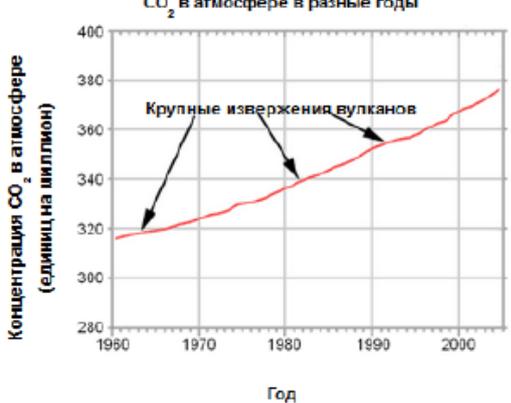
Незначительное влияние, так как вулканы выделяют мало CO₂ по сравнению с другими источниками.

Незначительное влияние, так как уровень CO₂ в атмосфере при извержениях снижается.

ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ИЗВЕРЖЕНИЯ
Углекислый газ в атмосфере

При извержении вулканы испускают углекислый газ (CO₂). На следующем графике показана концентрация углекислого газа, которую учёные измеряли с 1960 года.

CO₂ 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 CO ₂ в атмосфере
Вулканические извержения	<1%
Выбросы, связанные с деятельностью человека	20%
Дыхание растений	40%
Дыхание и разложение микроорганизмов	40%

Задание 4 описывается визитной карточкой:

Компетенция	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов
Контекст	Глобальный – Опасности
Знание – Система	Процедура
Когнитивный уровень	Низкий
Формат вопроса	С выбором одного правильного ответа
Формат проверки	Автоматизированная компьютерная проверка

Выполнение задания предполагает анализ графической и табличной информации с последующим их сопоставлением. Задание имеет инструкцию по выполнению, представляющую собой фразу «Прочитайте текст «Углекислый газ в атмосфере», расположенный справа. Для ответа на вопрос отметьте нужный вариант ответа». Это облегчает понимание обучающимся алгоритма своей деятельности.

В ходе выполнения задания обучающиеся должны сделать вывод о том, что крупные извержения вулканов существенно не повлияли на содержание CO_2 в атмосфере. Данный вывод основан на анализе внешнего вида графика, который не имеет «всплесков» в моменты извержений, указанные стрелками. Дополнительным подтверждением данной гипотезы являются табличные данные, где указано, что на долю вулканов приходится менее 1% вклада в увеличение содержания углекислого газа в атмосфере.

Сделав подобный вывод, обучающийся может перейти к анализу вариантов ответа. Следует отметить, что варианты ответа могут быть очень близкими по формулировкам и различаться только отдельными словами. Поэтому при подготовке к выполнению диагностирующих заданий необходимо научить школьников внимательно и полностью читать и условие задания, и варианты ответа. Правильным вариантом ответа является третье утверждение, в котором говорится, что извержения вулканов оказывают «незначительное влияние, так как вулканы выделяют мало CO_2 по сравнению с другими источниками».

Низкий когнитивный уровень задания можно объяснить отчасти репродуктивным его характером, отсутствием необходимости строить умозаключения и делать самостоятельные выводы.

Задание можно использовать при изучении темы «Стихийные бедствия в литосфере», а также «Климаты Земли».

из которых может быть выбран обучающимся. Правильным ответом является второй вариант: «Растения, используемые для производства биотоплива, пока они растут, поглощают CO_2 из атмосферы».

Для правильного выполнения задания 1 необходимо знать, как влияет использование ископаемых видов топлива на содержание CO_2 в атмосферном воздухе. Для формирования данного знания необходимо иметь представление о видовом разнообразии ископаемого топлива, вариантах его использования в хозяйстве и влиянии последствий сжигания на состояние окружающей среды, а также об особенностях фотосинтеза. Последнее является биологическим знанием, что демонстрирует межпредметный характер содержания задания.

Особенностью задания является комплексная форма его представления: короткий текст и иллюстрированная схема. Это позволяет учесть особенности обучающихся по характеру восприятия тематического материала – приоритетное восприятие знаково-символической информации или визуального образа.

Приведенные в задании факты дают основу для последующей научной интерпретации явлений. Большинство обучающихся в своей повседневной жизни наблюдали связь использования ископаемого топлива (или продуктов его переработки) и состояния атмосферы. Интенсивность работы тепловых электростанций и автомобильного транспорта напрямую влияет на уровень загрязнения воздуха. Поэтому содержание задания можно оценить как основанное на личном опыте наблюдений. С другой стороны, процесс использования органического топлива носит всемирный характер, а результаты относятся к глобальным последствиям.

Специфика вопроса заключается в том, что ответ на него обучающиеся неоднократно видели своими глазами, то есть выбор правильного ответа основан на применении одного из основополагающих методов научного познания – наблюдении. Поэтому в ходе текущего обучения необходимо

целенаправленно обучать школьников методам научного познания, способности наблюдать, анализировать, синтезировать и интерпретировать информацию, полученную через различные источники восприятия. Факт, полученный ребенком путем собственных наблюдений, становится частью его самого и значит для него бесконечно больше, чем тот же факт, заученный со слов учителя или прочитанный в учебнике. Необходимо систематически и целенаправленно подталкивать обучающихся к самостоятельным наблюдениям. Главное, на чем следует акцентировать внимание, – формирование умения размышлять на основе фактов, почерпнутых в результате наблюдений.

Задания с выбором одного верного ответа из четырех предложенных являются самыми простыми для выполнения. Задание имеет инструкцию по выполнению, представляющую собой фразу «Прочитайте текст «Ископаемые виды топлива», расположенный справа. Для ответа на вопрос отметьте нужный вариант ответа». Это дополнительно облегчает понимание обучающимся, что надо сделать.

Решение тестового задания можно алгоритмизировать. Для этого на текущих учебных занятиях стоит совместно с обучающимися разработать такие алгоритмы, которые были бы им удобны для восприятия и для применения. Простейший алгоритм может выглядеть следующим образом:

- 1) внимательно прочитайте задание;
- 2) определите, что необходимо в нем сделать;
- 3) по возможности представьте себе объект, явление или процесс, о котором говорится в задании;
- 4) прочитайте первый раз варианты ответа;
- 5) проанализируйте каждый из вариантов ответа;
- 6) сопоставьте каждый вариант ответа с тем событием, о котором говорится в тексте задания;

7) прочитайте повторно все варианты ответа и выберите тот, что является верным;

8) прочитайте задание и сопоставьте с ним выбранный вариант ответа;

9) запишите в бланк обозначение верного ответа или обведите в тексте задания выбранный ответ.

Данное задание можно применять при изучении тем «Минеральные ресурсы» в 8-м классе, «Топливо-энергетический комплекс» и «Агропромышленный комплекс» в 9-м классе. Оно используется в контексте видового разнообразия полезных ископаемых, применения топлива и его влияния на окружающую среду, а также в контексте использования продукции растениеводства как сырья для производства биотоплива. Особое значение задания заключается в том, что оно применимо при рассмотрении Стратегии экологической безопасности России, так как на его примере можно рассмотреть варианты снижения экологической нагрузки на атмосферу как в рамках ограниченной территории, так и в глобальных масштабах.

Информацию о задании 2 можно представить в виде следующей визитной карточки:

Компетенция	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов
Контекст	Местный / национальный – Природные ресурсы
Знание – Система	Процедура
Когнитивный уровень	Средний
Формат вопроса	Открытый ответ
Формат проверки	Экспертная проверка

PISA 2015

Ископаемые виды топлива

Вопрос 2 / 4

Прочитайте текст «Ископаемые виды топлива», расположенный справа. Запишите свои ответы на вопросы.

Несмотря на преимущества использования биотоплива для окружающей среды, ископаемые виды топлива по-прежнему широко используются. В следующей таблице сравниваются количество энергии и количество CO₂, выделяемые 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 ₂ /кДж энергии, вырабатываемой из топлива)
Нефть	43,6	78
Этанол	27,3	59

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

Основываясь на данных, приведённых в таблице, объясните, в чём преимущества использования этанола вместо нефти для окружающей среды.

ИСКОПАЕМЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА

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

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

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



Выполнение задания предполагает анализ табличных данных с целью сравнения видов топлива. Задание имеет инструкцию по выполнению, представляющую собой фразу «Прочитайте текст «Ископаемые виды топлива», расположенный справа. Запишите свои ответы на вопросы». Как и при выполнении задания 1, это облегчает понимание обучающимся алгоритма своей деятельности.

При подготовке к выполнению подобных заданий учителю следует обратить внимание на формирование у обучающихся умения работать с тематическими данными, представленными в форме таблицы. Для этого следует объяснить, что в шапке таблицы указывается название параметров рассматриваемых объектов, которые даны в строках таблицы. Для установления соответствия объекта и параметра, его характеризующего, необходимо выбрать ячейку, находящуюся на пересечении строки и столбца. Особо следует обратить внимание обучающихся на то, что традиционно

размерности тех или иных величин указывают в шапке таблицы (в приведенном примере они даны в скобках).

Перед таблицей дана преамбула, в которой описывается текущее состояние использования ископаемого и биологического топлива. Процедурной особенностью задания является то, что обучающиеся должны выполнить сравнение двух видов топлива и сначала предложить две точки зрения на их использование, а потом вывод о преимуществе биотоплива. В качестве точек зрения на использование видов топлива обучающиеся могут привести высказывания, что сжигание нефтепродуктов дает больше энергии, а при использовании этанола выделяется меньше CO_2 . Формулируя вывод, необходимо учитывать ситуацию, описанную в вопросе: «...преимущества использования этанола вместо нефти для окружающей среды». Поэтому формулировка ответа должна включать информацию о достоинствах этанола. Местный, или национальный, контекст задания можно объяснить специализацией территории на применении ископаемого или биологического топлива в хозяйственной деятельности, так как каждый из регионов имеет свои приоритетные в использовании природные ресурсы. Необходимость экспертной оценки при проверке задания объясняется его структурой и вариативностью возможных вариантов ответа.

Данное задание можно применять при изучении темы «Топливо-энергетический комплекс». Помимо включения задания в структуру урока, его целесообразно использовать при подготовке проекта в качестве основы для формулировки гипотезы. Например, что повсеместное использование биотоплива значительно снижает содержание CO_2 в атмосфере.

PISA 2015

?
◀ ▶

Ископаемые виды топлива
 Вопрос 3 / 4

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

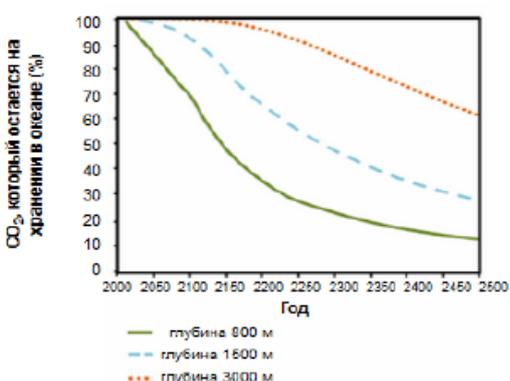
Используйте данные графика, чтобы объяснить, как глубина влияет на эффективность долговременного хранения CO₂ в океане.

ИСКОПАЕМЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА

Улавливание и хранение углерода

Улавливание и хранение углерода предполагает улавливание части CO₂, выделяемого электростанциями, и его хранение в таком месте, откуда он не может быть снова выделен в атмосферу. Одно из возможных мест хранения CO₂ – это океан, так как CO₂ растворяется в воде.

Ученые разработали математическую модель для расчета доли CO₂, которая будет оставаться на хранении в океане после того, как CO₂ закачают в океан на три разные глубины (800 метров, 1500 метров и 3000 метров). Модель предполагает, что CO₂ был закачан в океан в 2000 году. Приведенный ниже график показывает результаты данной модели.



Год	глубина 800 м (%)	глубина 1500 м (%)	глубина 3000 м (%)
2000	100	100	100
2050	75	95	98
2100	55	85	95
2150	40	75	90
2200	30	65	85
2250	25	58	80
2300	22	52	75
2350	20	48	70
2400	18	44	68
2450	17	41	66
2500	16	38	64
2550	15	35	62
2600	15	32	60

Задание 3 по своей характеристике сопоставимо с заданием 2. Это можно видеть при сравнении их визитных карточек. Отличием является только контекст, так как содержание задания затрагивает всю планету.

Компетенция	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов
Контекст	Глобальный – Природные ресурсы
Знание – Система	Процедура
Когнитивный уровень	Средний
Формат вопроса	Открытый ответ
Формат проверки	Экспертная проверка

Выполнение задания предполагает анализ графических данных с целью сравнения эффективности хранения CO₂ в океане в зависимости от глубины его закачивания. Задание имеет инструкцию по выполнению,

представляющую собой фразу «Прочитайте текст «Улавливание и хранение углерода», расположенный справа. Запишите свой ответ на вопрос». Как и при выполнении заданий 1 и 2, это облегчает понимание обучающимся алгоритма своей деятельности.

Особенностью процедуры выполнения задания является то, что обучающиеся должны уметь читать графическую информацию. Для этого предварительно стоит повторить основы чтения графика:

- график имеет две оси, каждая из которых имеет свое название и размерность используемого параметра;
- при установлении соответствия между представленными на графике параметрами надо один из них найти на соответствующей оси, провести перпендикуляр до пересечения с графиком и от полученной точки опустить перпендикуляр на вторую ось.

Процедура выполнения задания подразумевает проведение нескольких сравнительных действий, так как на рисунке представлено три графика, относящихся к разным глубинам. Итогом сравнения должен стать вывод о том, что хранение углекислого газа на большей глубине является более эффективным по сравнению с его хранением на меньшей глубине.

Задание носит явно метапредметный характер, так как его выполнение основано на использовании математических навыков в контексте решения географической задачи.

При подготовке к выполнению данного или аналогичных заданий можно отрабатывать умения работы с графиками на любом тематическом материале. Это можно делать начиная с 5–6-х классов при анализе и построении графиков годового хода температуры, атмосферного давления. В 7-м и 8-м классах графики анализируются в рамках комплексного изображения – климатограммы. В 9-м классе работа с графиками может быть использована при рассмотрении вопросов динамики численности и плотности населения, объемов производства товаров и т.д.

Подобного вида задания могут быть органично использованы в ходе обучения проектной деятельности, так как требуют формирования умения аналитически мыслить и проводить сравнительные исследования.

Физика

При разработке заданий по ЕНГ учитываются два вида знания: знание процедур и знание содержания.

Перечень **процедурного знания** отражает перечень приемов научного познания. К ним относятся знание методов научного познания (наблюдение, эксперимент, измерение); моделирование явлений и процессов; проведение прямых и косвенных измерений; выбор условий проведения опытов; выбор способа измерений, представление и интерпретация данных; точность измерений и способы уменьшения погрешности; знание правил безопасного труда при проведении исследований.

Начиная с первых уроков физики у школьников должно формироваться представление об этапах метода научного познания:

- наблюдение явления и установление закономерностей явления;
- выдвижение гипотезы для объяснения закономерностей;
- создание модели явления и экспериментальная проверка выдвинутой гипотезы;
- открытие физических законов или создание физической теории;
- объяснение других явлений на основе открытого закона или выдвинутой теории.

Учащиеся должны понимать, что все теории и законы имеют границы применимости. При расхождении новых экспериментальных данных и существующих законов и теорий ученые выдвигают новые гипотезы и физические теории.

Важнейшей задачей при изучении физики в основной школе является освоение обучающимися умений проводить прямые и косвенные измерения

на реальном лабораторном оборудовании и записывать результаты измерений с учетом абсолютной погрешности.

Перечень **содержательного знания** для разработки заданий банка ФИПИ был составлен по каждому классу и построен в соответствии с примерными программами по биологии, физике и химии, представленными в Примерной основной образовательной программе.

Для 7-го класса включены задания по физике следующие темы: «Равномерное и неравномерное движение», «Масса и плотность», «Сила упругости и сила трения», «Давление», «Плавание тел», «Простые механизмы», «Механическая энергия».

Задания для 8-го класса опираются на знание основных положений молекулярного строения вещества, агрегатных состояний вещества и фазовых переходов, влажности воздуха, видов теплопередачи, тепловых двигателей, электрических, магнитных и световых явлений.

Выполнение заданий для 9-го класса предполагает, что учащиеся освоили следующие темы: «Равноускоренное прямолинейное движение» и «Равномерное движение по окружности», «Законы Ньютона и силы в природе», «Законы сохранения импульса и механической энергии», «Механические колебания и волны», «Звук», «Электромагнитные волны», «Строение атома», «Излучение света атомом», «Ядерные реакции».

К каждому предлагаемому контексту разработано несколько заданий, которые могут отличаться по контролируемому умению, уровню сложности, по типологии самого задания.

Рассмотрим примеры и характеристики комплексных заданий из открытого банка ФИПИ [6], связанных по содержанию с темами школьного курса физики.

Примеры и характеристики комплексных заданий для 7-го класса

Тема «Плавание тел»

Комплексное задание «Измерение жирности коровьего молока»

Измерение жирности коровьего молока

Для измерения плотности жидкости используется специальный прибор – ареометр. Прибор представляет собой стеклянную трубку, нижняя часть которой заполняется дробью, а в верхней части находится калиброванная шкала, которая показывает плотность жидкости. Работает ареометр как поплавков, который погружается в жидкость в большей или меньшей степени в зависимости от её плотности (рисунок 1б). Для отслеживания температуры жидкости в ареометр часто дополнительно встраивают термометр (рисунок 1а).

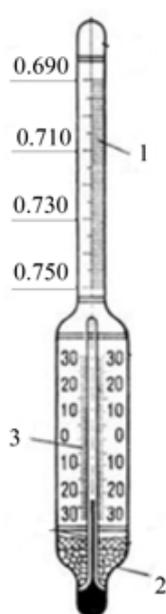


Рисунок 1а. Устройство ареометра:
1 – шкала ареометра (проградуирована в г/см^3); 2 – дробь; 3 – шкала термометра (проградуирована в $^{\circ}\text{C}$)

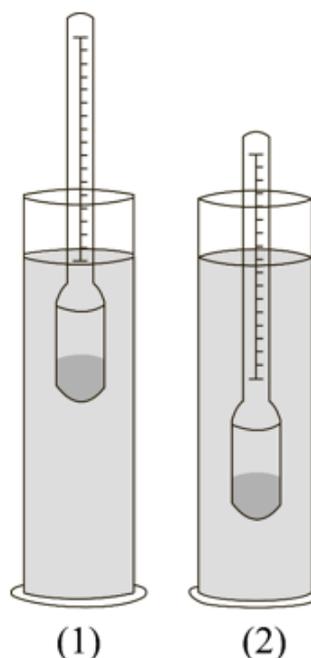


Рисунок 1б. Принцип измерения плотности жидкости с помощью ареометра

Ареометры применяются для измерения плотности электролита в кислотных и щелочных аккумуляторах, нефти, растворов солей и кислот, цемента, бетона и др.

Ареометр для определения плотности (а, следовательно, и жирности) молока называется лактометром.

Вид молока	Значение плотности, кг/м^3
Цельное молоко	1027-1032
Обезжиренное молоко	1033-1035
Сливки	1005-1020

Какое из утверждений описывает принцип работы ареометра?

1. Сила тяжести, действующая на ареометр, равна выталкивающей силе, действующей со стороны жидкости на погруженную в нее часть прибора.
2. В соответствии с законом Паскаля давление, производимое ареометром на жидкость, передается в любую точку без изменений во всех направлениях.
3. В соответствии с условием равновесия рычага момент сил, действующий на погруженную в жидкость часть ареометра, равен моменту сил, действующему на часть, находящуюся в воздухе.
4. Действие атмосферного давления уравнивает силу Архимеда, возникающую при погружении ареометра в жидкость.

Ответ: 1	
Выбран верный ответ	1 балл
Другие ответы или ответ отсутствует	0 баллов

Выберите **все** верные утверждения.

1. Ареометр, изображенный на рисунке 1а, нельзя использовать для определения плотности молока.
2. Обезжиренное молоко имеет меньшую плотность по сравнению со сливками.
3. При увеличении жирности молока его плотность уменьшается.
4. Жидкость (1) на рисунке 1б имеет большую плотность по сравнению с жидкостью (2).
5. При нагревании жидкости ее плотность не изменяется.

Ответ: 1, 3, 4	
Выбраны все три верных элемента ответа	2 балла
Выбраны только два верных элемента ответа и другие элементы не выбраны	1 балл
Другие ответы или ответ отсутствует	0 баллов

Задание 3

В таблице дано описание характеристик четырех типов ареометров. Погрешность измерения равна цене деления ареометра.

Тип ареометра	Диапазон измерения плотности, кг/м ³	Цена деления, кг/м ³	Диапазон измерения температур, °С
1	860–890	0,5	0–30
2	900–1040	0,7	0–45
3	1000–1070	0,5	0–40
4	860–1000	0,2	0–45

Какой из ареометров можно использовать для измерения плотности молока, причем с наибольшей точностью?

Ответ: 3	
Выбран верный ответ	1 балл
Другие ответы или ответ отсутствует	0 баллов

Задание 4

Для одного и того же молока при разных температурах были получены значения плотности 1018 кг/м³ и 1033 кг/м³. Нагрели или остудили молоко перед вторым измерением плотности? Первоначально молоко находилось при комнатной температуре. Ответ поясните.

Возможный ответ	
Ответ: молоко остудили. При охлаждении жидкость уменьшается в объёме, соответственно плотность при той же массе станет больше	
Дан верный ответ и приведено пояснение	1 балл
Другие ответы или ответ отсутствует	0 баллов

Контекст комплексного задания «Измерение жирности коровьего молока» описывает принцип действия прибора для измерения плотности жидкости (ареометра), основанный на условии плавания тел, и рассматривает применение прибора для технологических целей – измерения жирности коровьего молока. В заданиях 1 и 2 проверяется умение научно объяснять явление с применением базовых предметных знаний и контекстной информации. Задание 1 проверяет умение работать с текстом (понимание описанного в тексте принципа действия прибора) и позиционируется как задание низкого уровня. Задание 2 является заданием среднего уровня сложности: для его выполнения требуется более глубокое осмысление информации, заданной как вербально, так и графически (в виде схематических рисунков и таблицы). Более того, сложность задания 2 дополнительно определяется типом задания (задание на множественный выбор при неизвестном количестве верных ответов).

Задание 3 среднего уровня сложности ориентировано на проверку сформированности умений выбрать прибор / способ измерения с целью увеличения точности получаемых данных (компетенция «понимание особенностей естественно-научного исследования»). При выполнении задания учащиеся должны учесть данные двух таблиц: таблицы плотностей, данной в контексте, и таблицы характеристик ареометров, представленной в задании. Решение предполагает выполнение двух операций: выбор возможных ареометров по диапазону измерения плотности, а затем дополнительный выбор, исходя из цены деления прибора, характеризующей точность измерения.

При выполнении задания 4 (задание с развернутым ответом, среднего уровня сложности) учащийся должен самостоятельно сформулировать аргументированный выбор одного из двух возможных процессов (нагревание или охлаждение молока). Для верного выполнения задания необходимо дополнительно использовать знание из тематической области «Масса и плотность». Задание относится к заданиям на компетенцию «научное объяснение явлений».

Тема «Равномерное и неравномерное движение»

Комплексное задание «Дрон-рейсинг»

ДРОН-РЕЙСИНГ

Дрон-рейсинг – это гонки дронов. Дроны мчатся к финишу на скорости свыше 100 км/ч. Беспилотниками управляют гонщики с помощью специальных очков виртуальной реальности и пульта дистанционного управления – контроллера.

В таких состязаниях требуется не только максимальная скорость. Нужно прийти к финишу первым, преодолев все преграды и пролетев через чек-пойнты – специальные подсвеченные участки трассы. Для этого необходимо чувствовать размеры дрона, чтобы протиснуть его между преградами, правильно совершить маневр, вписаться в крутой поворот. Это напоминает компьютерную игру, которая происходит на самом деле.



В дрон-рейсинге существует ограничение: расстояние между роторами диаметрально противоположных моторов не должно превышать установленное значение. Наиболее популярные классы дронов – от 210 до 250 мм. Количество моторов обычно не регламентируется, но почти все пилоты летают на квадрокоптерах: это оптимальное решение с точки зрения мощности, веса и аэродинамики. Моторы устанавливаются попарно. При этом время полёта гоночных дронов невелико и в среднем составляет 3–5 мин.

Задание 1

Двое друзей собираются участвовать в дрон-рейсинге. Ребята настроены на победу и сформулировали проблемы, которые необходимо решить до соревнований. На какие из указанных ниже вопросов ребята смогут ответить, используя естественно-научные методы? Выберите **все** верные ответы.

1. В какой цвет покрасить корпус дрона для того, чтобы он понравился зрителям?
2. Какова должна быть емкость аккумуляторной батареи квадрокоптера для пролета всей дистанции гонок?
3. Можно ли увеличить размеры пропеллеров, если изменить мощность электродвигателя?
4. Могут ли школьники участвовать в гонках Всероссийской лиги дрон-рейсинга?
5. Можно ли использовать видеоаппаратуру, дающую задержку изображения до 20 миллисекунд, если предполагается разгонять дрон до 100 км/ч?

Ответ: 2, 3, 5	
Указаны все три верных элемента ответа	2 балла
Указано только два верных элемента ответа, и другие элементы не указаны	1 балл
Даны другие ответы, или ответ отсутствует	0 баллов

Задание 2

Оцените возможную протяженность трассы для соревнований дронов. Приведите расчеты.

Возможный ответ

Дроны летают 3–5 мин. со скоростью 100 км/ч., следовательно, протяженность трассы составляет примерно 5 км.

$$\frac{100 \text{ км}}{60 \text{ мин.}} \cdot 3 \text{ мин.} = 5 \text{ км}$$

ИЛИ $\frac{100 \text{ км}}{60 \text{ мин.}} \cdot 5 \text{ мин.} \approx 8 \text{ км}$

Принимается ответ: от 5 до 8,3 км.

Дан верный ответ, и приведено пояснение

1 балл

Даны другие ответы, или ответ отсутствует

0 баллов

Задание 3

Беспилотные летательные аппараты – это самолеты, вертолеты, аэростаты или дроны, которые пилотируются дистанционно оператором или полностью автоматически. На протяжении многих лет самой популярной сферой применения беспилотников были военные операции. Сегодня для беспилотников расширены границы их деятельности. А подготовка операторов беспилотников обычно начинается с дрон-рейсинга.

Приведите не менее трех примеров возможного применения беспилотных летательных аппаратов.

Возможный ответ

Примеры применения беспилотных летательных аппаратов:

- 1) для проведения видеосъемки с воздуха;
- 2) для доставки интернет-покупок бесконтактным способом;
- 3) для проведения метеорологических наблюдений;
- 4) для тушения пожаров;
- 5) для мониторинга за трафиком / грузоперевозками

Приведены три примера возможного использования беспилотников	2 балла
Приведены один – два примера	1 балл
Даны другие ответы, или ответ отсутствует	0 баллов

Личностно ориентированный контекст технологического содержания задания посвящен описанию некоторых аспектов гоночных соревнований квадрокоптеров небольших размеров на специально оборудованных трассах.

Задание 1 среднего уровня сложности направлено на проверку умений различать вопросы, которые возможно исследовать методами естественных наук (компетенция «понимание особенностей естественно-научного исследования»).

Задание 2 низкого уровня сложности контролирует умения применять естественно-научные знания для анализа ситуации / проблемы (компетенция «научное объяснение явлений»). Выполнение задания предполагает применение базовых математических знаний и умений для проведения оценочных расчетов в ситуации жизненного характера.

При выполнении задания 3 среднего уровня сложности от учащихся требуется привести примеры возможного практического применения дронов (пример задания на применение естественно-научного знания / технических устройств / технологий для общества, компетенция «научное объяснение явлений»).

Примеры и характеристики комплексных заданий для 8-го класса

Тема «Влажность воздуха»

Комплексное задание «Микроклимат в музее»

Основой для создания исторических произведений искусства служили обычно бумага, древесина, кожа, текстиль, которые относятся к гигроскопичным материалам, хорошо впитывающим и отдающим влагу.



Если относительная влажность воздуха в музее будет меньше 30%, то выставленные экспонаты будут отдавать свою влагу окружающему воздуху. Например, картина может покоробиться, краска – осыпаться. Поэтому в музеях постоянно поддерживается температура 18–20 °С и относительная влажность воздуха 45–50%.

Задание 1

В краеведческом музее собираются установить новое оборудование для поддержания необходимого режима температуры и относительной влажности. Но финансирования хватает лишь на несколько залов. Какие из перечисленных ниже залов музея необходимо оснастить установками для обеспечения микроклимата в первую очередь?

1. Зал с экспозицией живописи известных художников края.
2. Зал с выставкой старинных монет, найденных археологами на территории края.
3. Зал истории книгопечатания с выставкой старинных книг.
4. Зал с выставкой фарфора знаменитого завода, находящегося на территории края.
5. Зал с выставкой оружия времен Великой Отечественной войны, найденного на территории края.

Ответы: 1, 3	
Приведены два верных элемента ответа	1 балл
Даны другие ответы, или ответ отсутствует	0 баллов

Задание 2

Фирма, поставляющая оборудование для поддержания микроклимата, предлагает систему сбора данных с приборов, измеряющих температуру и относительную влажность, при помощи Wi-Fi и передачу их в режиме реального времени на ПК или смартфон.

Приведите примеры не менее двух функций такой системы, которые были бы полезны для работников музеев.

Возможный ответ	
1) Получение автоматического графика изменения температуры и относительной влажности воздуха.	
2) Хранение данных мониторинга температуры и относительной влажности воздуха с указанием залов музеев и дат проведения мониторинга.	
3) SMS-оповещение или оповещение по e-mail о повышении (понижении) выше (ниже) допустимых значений температуры или влажности воздуха.	
Приведены два примера возможных функций	1 балл
Даны другие ответы, или ответ отсутствует	0 баллов

Задание 3

На графике представлено изменение влажности воздуха в течение дня, а в таблице – замеры температуры в одном из помещений музея.



Время, ч.	6	10	14	18	22
Температура, °С	16	18	20	20	18

1. В какие промежутки времени в помещении музея был нарушен рекомендованный микроклимат?

2. Сформулируйте предположение, которое объясняло бы описанные изменения температуры и влажности в помещении музея в течение дня.

Возможный ответ

1. В промежуток времени с 6 до 10 ч. утра относительная влажность и температура были ниже нормы. После 22 ч. только относительная влажность упала ниже нормы.

2. В течение дня увеличение влажности воздуха и температуры может быть связано с большим наплывом посетителей (дыхание которых увеличивает влажность и температуру), либо в течение дня был дождь, что увеличило влажность воздуха.

Указан верный диапазон, и предложена гипотеза, верно объясняющая изменение данных, представленных в задании	2 балла
---	---------

Указан верный диапазон, но гипотеза не высказана или не соответствует научным представлениям	1 балл
--	--------

Задания, связанные с влажностью воздуха, могут иметь как личностно ориентированный контекст (влажность воздуха и самочувствие человека), так и контекст местного / регионального или глобального значения. Проблемы, обсуждаемые в комплексном задании «Микроклимат в музее», имеют региональное и глобальное значение. Контекст заданий относится к содержательному блоку «Техника и технологии в быту».

Задания 1 и 2 относятся к компетенции «научное объяснение явлений». Задание 1 проверяет сформированность умения делать прогноз на основании предложенного объяснения процесса. Задание имеет низкий уровень сложности. В задании 2 открытого типа учащиеся должны привести примеры возможного применения естественно-научного знания для общества. Это задание высокого уровня сложности.

Задание 3 относится к заданиям на компетенцию «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов». Это задание с развернутым ответом и относится к заданиям высокого уровня сложности. Для анализа рассмотренной ситуации учащимся необходимо осмыслить информацию, представленную в виде графика и таблицы, преобразовать информацию из одной формы представления данных в другую.

В заданиях на интерпретацию данных широко используются графические объекты (графики, диаграммы, схематические рисунки, таблицы). График – международный язык техники, поэтому, где бы ни учился, где бы ни работал человек после школы, ему обязательно придется иметь дело с графиками. При обучении физике графический метод используется начиная с 7-го класса. Графическое представление физического процесса или явления делает этот процесс или явление более наглядным и тем самым облегчает его понимание, способствует развитию абстрактного мышления, интуиции,

умений анализировать и сравнивать, находить более рациональный способ решения задач. Кроме того, применение графического метода способствует укреплению связей физики с математикой, наполняет абстрактные математические закономерности конкретным физическим содержанием.

Тема «Виды теплопередачи»

Комплексное задание «Парниковый эффект»

Эффект парника известен всем имевшим дело с этим незамысловатым огородным сооружением. В атмосфере он выглядит так. Часть излучения Солнца, не отразившаяся от облаков, проходит через атмосферу, исполняющую роль стекла или пленки, и нагревает земную поверхность. Нагретая поверхность остывает, испуская тепловое излучение, но это уже другое излучение – инфракрасное. Средняя длина волны такого излучения значительно больше, чем проходящего от Солнца. Потому почти прозрачная для видимого света атмосфера пропускает его значительно хуже. «Вклад» в парниковый эффект газов, входящих в состав атмосферы Земли, представлен в таблице.

Газ	Формула	Вклад, %
Водяной пар	H_2O	36–72
Диоксид углерода	CO_2	9–26
Метан	CH_4	4–9
Озон	O_3	3–7

Механизм парникового эффекта иллюстрируют рисунки 1а и 1б.

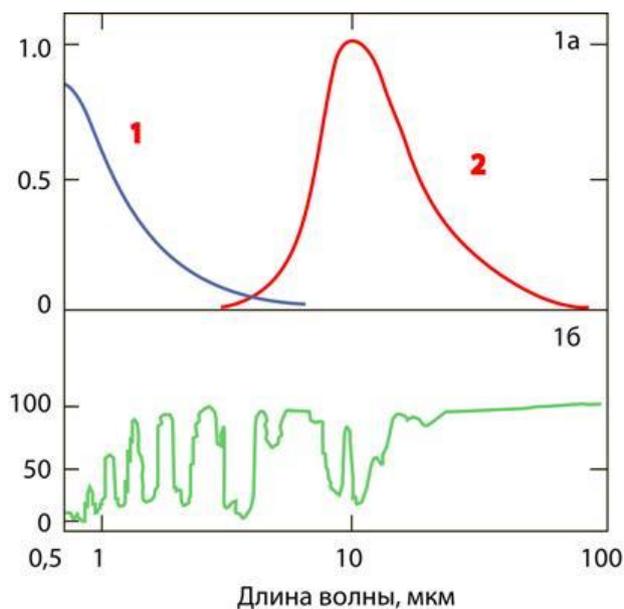


Рис. 1а

- Кривая 1 – расчетный спектр излучения Солнца (с температурой фотосферы 6000 °С);
- кривая 2 – расчетный спектр излучения Земли (с температурой поверхности 25 °С)

Рис. 1б

Поглощение (в процентном отношении) земной атмосферой излучения на разных длинах волн. На участке спектра от 10 до 20 мкм находятся полосы поглощения инфракрасного излучения молекулами CO_2 , H_2O , O_3 , CH_4 . Они-то и поглощают излучение, приходящее с поверхности Земли

Задание 1

Какова длина волны, на которую приходится максимум инфракрасного излучения Земли при температуре поверхностного слоя 25 °С? Ответ запишите с точностью до целых.

Ответ: _____ мкм.

Ответ: 10	
Выбран верный ответ	1 балл
Даны другие ответы, или ответ отсутствует	0 баллов

Выберите **все** верные утверждения о парниковом эффекте на Земле.

1. Видимое излучение, соответствующее максимуму солнечного спектра, проходит сквозь атмосферу практически беспрепятственно.
2. Инфракрасное излучение с длиной волны, превышающей 10 мкм, практически не проходит за пределы земной атмосферы.
3. Атмосфера Земли полностью поглощает видимое излучение Солнца.
4. Парниковый эффект объясняется высокой теплопроводностью Земли.

Ответ: 1, 2	
Выбраны два верных элемента ответа	2 балла
Выбран только один верный элемент ответа, и другие элементы не выбраны	1 балл
Даны другие ответы, или ответ отсутствует	0 баллов

Задание 3

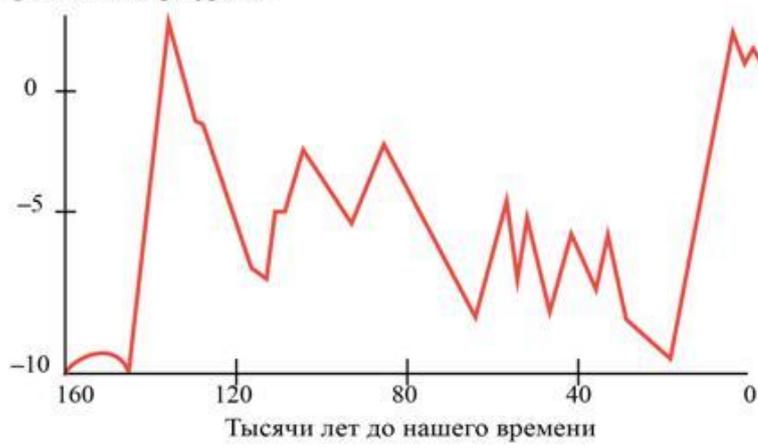
В настоящее время многие ученые сходятся во мнении, что отмечается глобальное потепление, т.е. происходит процесс постепенного роста средней годовой температуры атмосферы Земли и Мирового океана. Ниже приведены отрывки из некоторых статей.

В каких источниках информации авторы склонны считать, что потепление климата связано главным образом с повышением в атмосфере содержания углекислого газа?

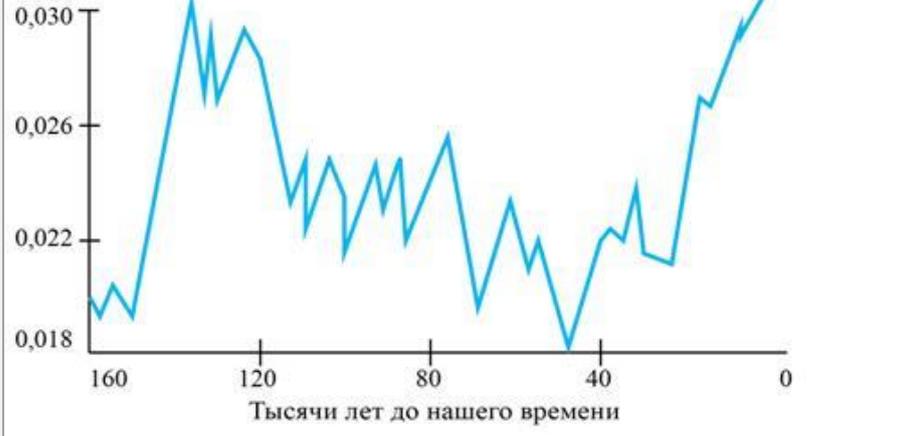
Источники информации	Отрывки
1.	Глобальное потепление является одним из наиболее значимых последствий антропогенного загрязнения биосферы.

	<p>За последние 200 лет в результате антропогенной деятельности содержание оксида углерода в атмосфере возросло на 25%. Связано это, с одной стороны, с интенсивным сжиганием ископаемого топлива: газа, нефти, сланцев, угля и др., а с другой – с ежегодным уменьшением площадей лесов, которые являются основными поглотителями углекислого газа. При нынешних темпах использования угля и нефти в ближайшие 50 лет прогнозируется повышение среднегодовой температуры на планете в пределах от 1,5 С (близ экватора) до 5 С (в высоких широтах)</p>
2.	<p>Причинами глобального потепления могут служить естественные циклы изменения атмосферы, солнечная активность, изменение орбиты Земли, парниковые газы и множество других причин</p>
3.	<p>Исследования показывают, что в лучистом теплообмене космос – Земля 60% всех видов излучения – от ультрафиолетового до инфракрасного – определяют пары воды, а CO₂ – только 4%! На самом деле действительно проблема CO₂ существует, но это не климат –это экология</p>
4.	<p>На рисунке приведены кривые изменения концентрации CO₂ в атмосфере и температуры за последние 160 000 лет. Эти данные получены анализом состава воздушных пузырьков в толще ледников Антарктиды.</p>

Отклонение от текущей средней температуры, °С



Концентрация CO₂%



Графики свидетельствуют, что средняя температура на Земле однозначно связана с концентрацией углекислого газа в ее атмосфере

Ответ: 1, 4

Выбраны два верных элемента ответа	2 балла
Выбран только один верный элемент ответа, и другие элементы не выбраны	1 балл
Даны другие ответы, или ответ отсутствует	0 баллов

Задание 4

Ярко выраженный парниковый эффект – это то, что отличает Венеру от других планет. Разница между температурой на поверхности Венеры и той температурой, которую имела бы эта планета, если бы у нее не было

атмосферы, составляет около 500 °С. Это огромная цифра (на Земле она равна примерно 30 °С).

С помощью сравнительной таблицы, приведенной ниже, назовите факторы, которые могут объяснять сильный парниковый эффект на Венере.

Физические характеристики планет	Меркурий	Венера	Земля	Марс
Масса (в массах Земли)	0,055	0,816	1,00	0,107
Диаметр (в диаметрах Земли)	0,382	0,949	1,00	0,532
Плотность (г/см ³)	5,43	5,24	5,52	3,95
Период вращения	58,8 суток	243 суток (обратное)	23 ч 56 мин	24 ч 37 мин
Атмосфера:	Практически нет	95 атм	1 атм	1/150 атм
• Давление		96,5% CO ₂	78% N ₂	95% CO ₂
• Химический состав		3,5% N ₂	21% O ₂ и др.	2,5% N ₂ и др.
Температура поверхности, °С	+430 днем; -170 ночью	+480	от +60 днем; -80 ночью	От +15 до -60 днем; -120 Ночью
Число спутников	Нет	Нет	1	2
Названия спутников			Луна	Фобос и Деймос

Возможный ответ	
1) Наличие очень плотной атмосферы у Венеры (атмосферное давление на поверхности Венеры в 95 раз выше атмосферного давления на поверхности Земли).	
2) Атмосфера Венеры на 96,5% состоит из парникового газа (углекислого газа).	
Приведены оба фактора	2 балла
Приведен только один из факторов, ИЛИ Приведены два фактора, но один из них ошибочен	1 балл
Даны другие ответы, или ответ отсутствует	0 баллов

Парниковый эффект в приведенных выше заданиях обсуждается в контексте глобальной ситуации.

Задания 1 и 2 проверяют умение применять естественно-научное знание для анализа ситуации или проблемы (компетенция «научное объяснение явлений»). Задание 1 имеет низкий уровень сложности, задание 2 – средний уровень.

Задание 3 среднего уровня сложности направлено на проверку умения распознавать предположения (допущения), аргументы и описания в научно-популярных текстах (компетенция «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов»). При выполнении задания учащиеся должны познакомиться с отрывками из разных научных источников информации и определить, в каких из них приводятся доказательства в пользу теории глобального потепления.

При выполнении задания 4 учащиеся должны продемонстрировать освоение умений находить необходимые данные в источниках информации, представленной в различной форме (при выполнении задания 4 учащиеся работают с табличными данными). Задание 4 имеет средний уровень сложности.

Тема «Световые явления»

Комплексное задание «Цветовое зрение у животных»

Из всех существующих чувств цветовое зрение труднее всего поддается изучению. Убедительно доказать, что какое-либо животное обладает цветовым зрением, можно с помощью тщательных опытов с условными рефлексам.

Ученые провели большую серию экспериментов, в которых разные животные, для того чтобы получить пищу, должны были поднимать крышки ящиков, окрашенных в красный и серый цвет одинаковой яркости (пищу всегда клали в ящик красного цвета). Результаты этих опытов показали, что, например, золотистые хомячки с одинаковой вероятностью открывали



крышки обоих ящичков, тогда как обезьяны уже после нескольких дней четко узнавали ящик с кормом.

Задание 1

Какие выводы можно сделать на основании проведенного исследования? Выберите из перечня **все** верные утверждения.

1. Обезьяны обладают таким же цветовым зрением, что и человек.
2. Золотистые хомячки видят окружающий мир в сером цвете.
3. Обезьяны различают красный и серый цвета, но не различают зеленый цвет.
4. Золотистые хомячки не отличают красный цвет от серого.
5. Цветовое зрение у животных различается.

Ответ: 4, 5	
Выбраны два верных элемента ответа	2 балла
Выбран только один верный элемент ответа, и другие элементы не выбраны	1 балл
Даны другие ответы, или ответ отсутствует	0 баллов

Задание 2

Достаточно забавный эксперимент был проведен с пингвинами. На краю колонии пингвинов на белом снегу расположили кучи белых и красных камешков. Камешки показались пингвинам очень удобным материалом для гнезд, и они начали перетаскивать камешки к своим подругам. Однако пингвины не любят далеко ходить за камешками и используют любую возможность, чтобы украсть их у своих соседей. В результате камни медленно передвигались по колонии пингвинов по мере того, как их выкрадывали из одного гнезда и перекладывали в другое. Экспериментаторы

заметили, что красные камешки продвинулись дальше белых, и сделали вывод, что пингвины белому цвету предпочитают красный.

Является ли вывод экспериментаторов достаточно обоснованным? Ответ поясните.

Возможный ответ	
Вывод не является обоснованным. Белые камешки на белом снегу практически неразличимы. Этим может объясняться предпочтительный выбор пингвинами красных камешков	
Дан верный ответ, и приведено пояснение	1 балл
Даны другие ответы, или ответ отсутствует	0 баллов

Контекст комплексного задания «Цветовое зрение у животных» посвящен описанию результатов исследований цветового зрения у золотистых хомячков, обезьян и пингвинов. Это пример межпредметного контекста (физика и биология), так как вопросы, связанные с особенностями зрения, в разных аспектах изучаются в школьном курсе как физики, так и биологии. Приведенные примеры заданий, связанных с освоением компетенции «понимание особенностей естественно-научного исследования», одинаково успешно могут использоваться в учебном процессе как учителем физики, так и учителем биологии.

Задание 1, среднего уровня сложности, проверяет сформированность умения делать выводы по представленным результатам исследования, а задание 2, высокого уровня сложности, – умения оценить способ проведения исследования, надежность данных и достоверность объяснений.

Примеры и характеристики комплексных заданий для 9-го класса

Тема «Механические колебания и волны»

Комплексное задание «Прогноз землетрясений»

Некоторые виды природных катастроф в значительной мере поддаются прогнозу: начало извержения вулканов, время прихода и высота волны цунами. Для землетрясений прогноз пока получить не удастся.

В результате систематизации данных был установлен ряд типичных явлений, которые могут служить оперативными предвестниками землетрясений. К ним относятся форшоки, аномальные атмосферные явления, изменения уровня грунтовых вод и их химического состава, беспокойное поведение животных.

Созданная система наблюдений фиксирует рост числа слабых землетрясений, которые предшествуют сильному землетрясению (форшоковая активность). В сочетании с другими явлениями форшоковая активность может служить оперативным предвестником крупных землетрясений. Так, например, Китайское сейсмологическое бюро на этом основании начало эвакуацию миллиона человек за день до сильного землетрясения в 1975 году. Хотя половине крупных землетрясений предшествуют форшоки, из общего числа небольших землетрясений форшоками являются только 5–10%. Это часто порождает ложные предупреждения.

Задание 1

Из предложенных ниже отрывков научных статей о землетрясениях выберите те, в которых идет речь об аномальном изменении грунтовых вод, предшествующем землетрясению. Запишите номера, которыми они обозначены.

1. Обычно считается, что гипоцентры землетрясений группируются у границ литосферных плит и границ блоков, составляющих плиты. Вопрос

о том, что представляют собой эти границы, в частности какова их геометрия, до конца не выяснен.

2. Результаты исследований подтверждают, что тревожный признак в изменениях уровня воды в скважинах относится к полезным предвестникам землетрясений. Но с учетом его относительно невысокой эффективности использование этого признака для оценки сейсмической опасности возможно только в комплексе с другими сейсмопрогностическими данными.

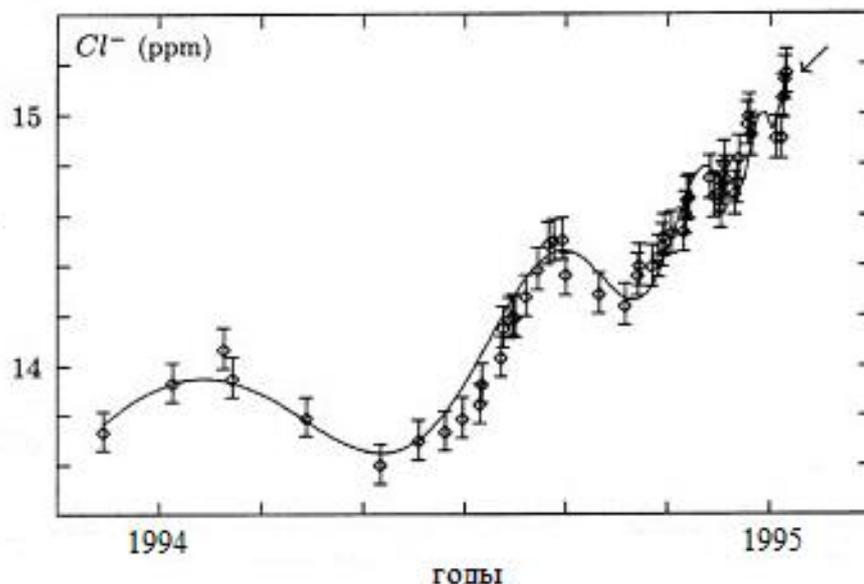
3. Перед Чуйским землетрясением местами на поверхности почвы внезапно появились множественные ключи, из которых стала достаточно быстро поступать вода.

4. В настоящее время накоплен обширный материал по прогнозам возникновения сильных землетрясений на полуострове Камчатка и прилегающих территориях. Насчитывается более тридцати методик предсказания землетрясений, авторы которых направляют свои прогнозы в Камчатский филиал Российского экспертного совета по прогнозу землетрясений, оценке сейсмической опасности и риска.

Ответ: 2, 3	
Выбраны два верных элемента ответа	2 балла
Выбран только один верный элемент ответа, и другие элементы не выбраны	1 балл
Даны другие ответы, или ответ отсутствует	0 баллов

Задание 2

17 января 1995 года в Кобе (Япония) произошло крупное землетрясение силой 7,3 балла по шкале Рихтера. В течение некоторого времени до землетрясения измерялась концентрация ионов хлора в подземных водах (см. рисунок).



Какое из перечисленных в тексте явлений в данном случае можно считать предвестником землетрясения? Ответ обоснуйте.

Возможный ответ	
Аномальное изменение химического состава воды. Согласно графику перед землетрясением наблюдался аномальный рост концентрации ионов хлора в подземных водах	
Дан верный ответ, и приведено пояснение.	1 балл
Даны другие ответы, или ответ отсутствует	0 баллов

Задание 3

В 1975 году китайским специалистам удалось предсказать сильное хайченгское землетрясение силой 7,3 балла и спасти жизни тысяч жителей Хайченга. 4 февраля 1975 года, в 14 часов, после серии слабых толчков – возможных форшоков – была объявлена общая тревога, людей вывели из зданий, а в 19 часов 36 минут последовал сильнейший толчок, разрушивший 90% всех сооружений города.

Однако в дальнейшем для ряда аналогичных случаев тревога, объявляемая сейсмологами при наличии серии слабых землетрясений, оказывалась

ложной. Является ли это доказательством того, что слабые землетрясения не предшествуют сильным? Ответ поясните.

Возможный ответ	
Нет, не является. Согласно статистике слабые толчки только в 5–10% случаев являются форшоками	
Дан верный ответ, и приведено пояснение	1 балл
Даны другие ответы, или ответ отсутствует	0 баллов

Контекст комплексного задания «Прогноз землетрясений» строится по содержательному блоку «Процессы и явления в неживой природе», относится к ситуации, рассматривающей проблемы глобального значения, и включает ряд заданий.

Задание 1 (средний уровень сложности) направлено на проверку умений распознавать предположения, аргументы и описания в научно-популярных текстах (компетенция «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов»).

Задания 2 и 3 высокого уровня сложности относятся к компетенции «понимание особенностей естественно-научного исследования». При выполнении задания 2 учащиеся должны проанализировать результаты исследований, представленные в виде графика, и сделать соответствующие выводы. Задание 3 проверяет сформированность умений оценить способы, которые используются для обеспечения надежности данных и достоверности объяснений.

Тема «Излучение света»

Комплексное задание «Светодиоды»

С развитием электротехники традиционная лампа накаливания перестает быть единственным вариантом для освещения жилья. На смену ей пришли сначала люминесцентные, а затем и светодиодные (LED) источники света.

На рисунке представлен спектр излучения для светодиода в сравнении с солнечным спектром и лампой накаливания.



Светодиодные лампы – энергоэффективные, яркие, безопасные для окружающей среды. Светодиоды относятся к полупроводниковым устройствам и способны давать световой поток разного спектра – с преобладанием синего спектра или красного с желтым.

Цвет излучения ламп характеризуется цветовой температурой, которая имеет широкий диапазон:

1) до 2800 К – теплый желтый свет с красным оттенком (аналогичен лампам накаливания небольшой мощности);

- 2) 3000 К – теплый белый свет с желтым оттенком;
- 3) 3500 К – естественный нейтральный белый свет;
- 4) 4000 К – холодный белый (хорошо освещает пространство, подходит для кухни, офисов, кабинетов);
- 5) 5000–6000 К – дневной свет (очень яркий, подходит только для производственных помещений);
- 6) 6500 К и выше – холодный дневной с голубоватым оттенком (применяется в больницах, технических помещениях, при фото- и видеосъемке).

При покупке лампы на упаковке можно увидеть указание на фактическую мощность (потребляемую электрическую мощность) и эквивалентную мощность (мощность излучения). В таблице указаны мощности для светодиодных ламп, имеющих эквивалентную мощность излучения с указанными лампами накаливания.

Лампа накаливания, Вт	Светодиодная лампа, Вт
20	2–3
40	4–5
60	6–10
75	10–12
100	12–15
150	18–20
200	25–30

Задание 1

Выберите **все** верные утверждения о лампах освещения.

1. Лампы накаливания относятся к энергоэффективным лампам.
2. Лампа накаливания дает линейчатый спектр излучения, а светодиодная

лампа – сплошной спектр излучения.

3. Максимум излучения в спектре светодиода определяется цветовой температурой.

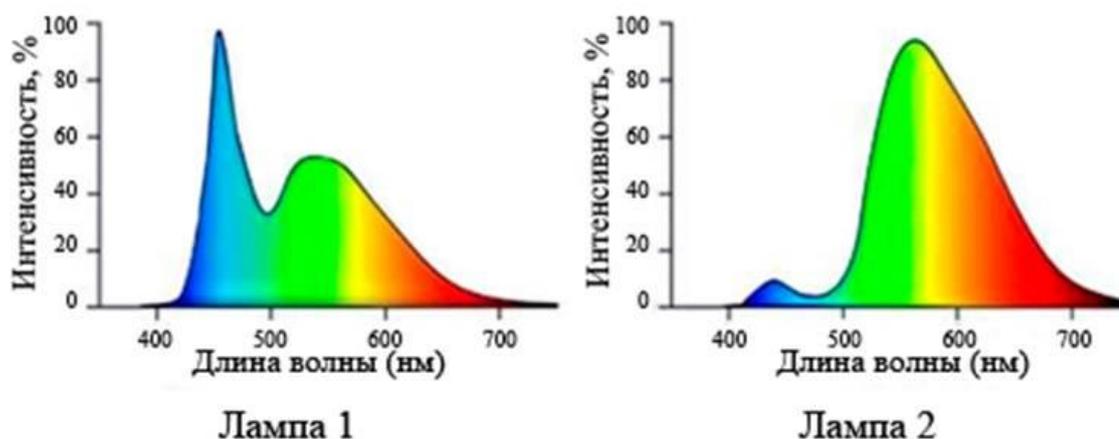
4. По интенсивности излучения светодиодная лампа мощностью 20 Вт соответствует лампе накаливания примерно в 150 Вт.

Ответ: 3, 4	
Выбраны два верных элемента ответа	2 балла
Выбран только один верный элемент ответа, и другие элементы не выбраны	1 балл
Даны другие ответы, или ответ отсутствует	0 баллов

Задание 2

Зелено-голубая часть спектра оказывает положительное воздействие на выживаемость и размеры личинок рыб, ускоряет темп роста молоди, улучшает общее физиологическое состояние особей.

Какую из светодиодных ламп, спектры которых представлены на рисунке, лучше использовать для аквариума? Ответ поясните.



Возможный ответ	
Лампу 1, которая характеризуется более холодным светом.	
Интенсивность излучения в сине-зеленой части спектра для лампы 1 больше, чем для лампы 2	
Дан верный ответ, и приведено пояснение	1 балл
Даны другие ответы, или ответ отсутствует	0 баллов

Задание 3

Для операционной необходимо выбрать лампу с холодным светом и мощностью излучения, соответствующей лампе накаливания не менее чем 150 Вт. Напряжение в сети 220 В.

В таблице представлены характеристики некоторых светодиодных ламп. Какая из ламп (1–4) в наибольшей степени соответствует предъявляемым требованиям? В ответе укажите номер лампы.

№	Напряжение, В	Мощность, Вт	Цветовая температура, К
1	170–265	10	3500
2	170–265	15	4000
3	200–240	20	6500
4	200–240	25	2700

Ответ: 3

Выбран верный ответ	1 балл
Даны другие ответы, или ответ отсутствует	0 баллов

Контекст комплексного задания «Светодиоды» строится по содержательному блоку «Техника и технологии в быту», относится к ситуации, рассматривающей проблему, которая может иметь личностную или местную / региональную локализацию.

Задание 1 низкого уровня сложности в рамках компетенции «научное объяснение явлений» проверяет умение применять естественнонаучные знания, полученные при осмыслении информации контекста, для анализа ситуации или проблемы.

Задания 2 и 3 среднего уровня сложности относятся к компетенции «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов». Задание 2 направлено на проверку умений анализировать и интерпретировать данные, представленные в виде графика, сопоставлять графическую и вербальную информацию для решения указанной в задании проблемы. При выполнении задания 3 учащиеся должны продемонстрировать умение находить и анализировать необходимые данные, представленные в виде таблицы.

Химия

Химические знания – это неотъемлемая часть естествознания. Они отражают сложный комплекс отношений человек – вещество – жизнь и далее вещество – материал – практическая деятельность. Формирование в сознании обучающихся химической картины мира обеспечивает выработку научного мировоззрения, культуры мышления и поведения, что является основной целью общего образования.

Важный аспект химического образования – это прикладная составляющая химической науки. Система общего образования направлена на овладение обучающимися химическими знаниями в объеме, необходимом для повседневной жизни.

При определении содержания в исследовании PISA применяется получивший признание современный подход, который основан на использовании понятий «грамотность» и «компетентность». Рассмотрим на примерах заданий PISA подходы к формированию естественнонаучной

грамотности на уроках химии, развитию компетентности в области применения химических знаний.

Примеры заданий PISA по курсу 8-го класса

Темы «Соли: классификация, номенклатура, способы получения»; «Свойства солей»

Задание «Малахитовая шкатулка»

Все, кто видел изделия из малахита, согласятся, что это один из красивейших поделочных камней. Уникальными по красоте и размеру произведениями искусства из малахита могут считаться колонны у алтаря Исаакиевского собора, а также Малахитовый зал в Эрмитаже, на отделку которого пошло две тонны малахита.

Малахит известен с античных времен, а его название происходит от греческого *malache* – ‘мальва’, так как цвет малахита напоминает ярко-зеленые листья этого растения.



Состав малахита несложен – $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$. В кристаллическом виде малахит встречается редко, а сами кристаллы имеют небольшие размеры и разнообразную форму: сфероидную, столбчатую, пластинчатую, игольчатую.

Как и для всех карбонатов, для малахита характерна реакция с кислотами. Так, с соляной кислотой (HCl) малахит легко вступает в реакцию, при этом на поверхности происходит шипение и вспенивание. Аналогично могут протекать реакции и с другими кислотами. Если же нагреть малахит выше $200\text{ }^\circ\text{C}$, то он почернеет, так как образуется порошок оксида меди(II), при этом одновременно выделяются пары воды и углекислого газа. Обратная

реакция приводит к образованию патины – зеленоватого налета, такого же, как на поверхности медных и бронзовых изделий, которые, например, находят при археологических раскопках.

Задание 1

К какому классу неорганических соединений относится вещество, составляющее основу малахита?

1. Основание.
2. Кислота.
3. Соль.
4. Оксид.

Для поиска решения этого задания обучающиеся должны:

- знать, что существует множество неорганических веществ, которые подразделяются на классы;
- уметь характеризовать состав и свойства веществ, относящихся к основным классам неорганических соединений;
- уметь записывать простейшие уравнения химических реакций.

Для того чтобы правильно классифицировать предложенные соединения, необходимо иметь представление об особенностях строения каждой группы веществ, которых всего четыре. Это оксиды, кислоты, основания и соли. Обучающимся необходимо создать объяснение, указав несколько причинно-следственных связей.

Ход рассуждения может быть таким:

1. По названию «карбонат» можно определить, что данное вещество относится к классу солей.
2. Средние соли состоят из катионов металла (или аммония) и анионов кислотных остатков; кислые соли, кроме катионов металла, содержат катионы водорода и анион кислотного остатка; основные соли в своем

составе содержат гидроксид-анионы. Следовательно, $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ – это основная соль.

3. В виде доказательства нужно выбрать объяснение, наиболее полно отражающее описанный в задании процесс: *«Как и для всех карбонатов, для малахита характерна реакция с кислотами. Так, с соляной кислотой (HCl) малахит легко вступает в реакцию, при этом на поверхности происходит шипение и вспенивание»*. Все карбонаты взаимодействуют с кислотами с выделением углекислого газа, например:



Ответ: 3	
Выбран верный ответ	1 балл
Другие ответы или ответ отсутствует	0 баллов

Таким образом, при работе с этим заданием школьники учатся интерпретировать данные и делать соответствующие выводы.

Задание 2

Используя приведенное в тексте описание, составьте уравнение реакции разложения малахита.

В данном задании обучающимся необходимо продемонстрировать умение находить информацию в тексте и составлять уравнение этой реакции: *«Если же нагреть малахит выше 200 °С, то он почернеет, так как образуется порошок оксида меди(II), при этом одновременно выделяются пары воды и углекислого газа»*. В этом задании известны исходные вещества и продукты реакции, необходимо лишь расставить коэффициенты в уравнении реакции.

Правильный ответ: $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 = 2\text{CuO} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

Составлено верное уравнение реакции	1 балл
Другие ответы или ответ отсутствуют	0 баллов

Задание 3

Можно ли из малахита сделать фольгу или проволоку, как, например, из металлов? Свой ответ аргументируйте с позиции физических свойств этих материалов. Предложите опыт, который бы подтвердил физические свойства малахита.

Это задание направлено на составление прогноза на основании предложенного объяснения процесса. Начинаем анализировать.

Во-первых, известно, что малахит чувствителен к нагреванию и неустойчив по отношению к кислотам. При нагревании до 200 °С малахит плавится с разложением. Продуктом разложения будет оксид меди.

Во-вторых, медь получают из медных руд и минералов. Основные методы получения меди – электролиз, пирометаллургический и гидрометаллургический. Сама процедура обработки медной руды – это многоступенчатый и очень сложный процесс, который включает большое количество реакций.

В-третьих, с позиции физических свойств малахит имеет твердость 3,5–4, то есть является хрупким минералом, сделать фольгу или проволоку из него не получится.

Возможный ответ	
<p>Ответ: нельзя. Обоснование: малахит хрупкий, или малахит не пластичный. Приводится вариант опыта для подтверждения свойств малахита: можно либо ударить по малахиту (он расколется так как хрупкий), либо нагреть (он не расплавится, а разложится)</p>	
<p>Дан верный ответ, который аргументирован хотя бы одним свойством малахита; предложено описание опыта</p>	2 балла
<p>Дан верный ответ, который аргументирован хотя бы одним свойством малахита, или предложено описание опыта. ИЛИ ответ неверно аргументирован.</p>	1 балл
<p>Другие ответы или ответ отсутствует</p>	0 баллов



Задание 4

Почему малахит часто используют для оформления помещений и практически не применяют для наружной отделки зданий?

В этом задании обучающимся необходимо применить естественно-научные знания для анализа описанной ситуации. Малахит часто используют для оформления помещений, так на протяжении двух столетий самоцвет почитался как символ могущественного Российского государства. Русские императоры XVIII–XIX веков украшали свои покои малахитом, а декоративные сувениры из камня преподносили в дар монархам других государств.

Но малахит практически не применяют для наружной отделки зданий, так как он, как и все карбонаты, реагирует с кислотами, поэтому при выпадении осадков в виде кислотных дождей возможно его постепенное разрушение или ухудшение качества поверхности.

Возможный ответ	
Ответ: под воздействием факторов окружающей среды малахит легко разрушается. Малахит, как и все карбонаты, реагирует с кислотами, поэтому при выпадении осадков в виде «кислотных дождей» возможно его постепенное разрушение или ухудшение качества поверхности	
Дан верный ответ и приведено пояснение	1 балл
Другие ответы или ответ отсутствует	0 баллов

Задание 5

Приведите примеры изделий, на которых можно увидеть патину. Учитывая свойства малахита, предложите способ удаления патины с поверхности изделий.

Данное задание предполагает владение способностью анализировать и объективно оценивать жизненные ситуации, связанные с химией, навыками безопасного обращения с веществами, используемыми в повседневной

жизни. В результате у обучающихся должно быть сформировано умение использовать и анализировать контексты, предлагаемые в условии комплексных заданий. Также в данном задании необходимо выдвинуть гипотезу для проведения научного исследования, предложить и оценить способ, который используется для обеспечения надежности данных и достоверности объяснений.

Ход рассуждения может быть таким:

1. Из текста задания известно, что патина – зеленоватый налет, он образуется на поверхности медных и бронзовых изделий, которые, например, находят при археологических раскопках. Любой материал, кроме золота и платины, в какой-то мере взаимодействует с кислородом и влагой в воздухе. В некоторых случаях эффект проявляется очень быстро (например, ржавление железа), в других – процесс растягивается на долгие годы, как в случае зеленой патины на меди, патины серебряной, то есть чернения, и так далее.

2. Для удаления патины изделие можно обработать раствором кислоты, так как малахит (основной компонент патины) растворяется в кислоте.

Возможный ответ	
Ответ: бронзовые памятники или медные монеты. Для удаления патины изделие можно обработать раствором кислоты, так как малахит (основной компонент патины) растворяется в кислоте	
Названо одно изделие и приведён способ удаления патины	2 балла
Названо одно изделие ИЛИ приведён способ удаления патины	1 балл
Другие ответы или ответ отсутствует	0 баллов

Тема «Вещества. Свойства веществ»

Задание «Хлорирование воды»

Хлорирование воды

В одном из сюжетов программы телеканала ОРТ «Доброе утро» ведущий, рассказывая об использовании водопроводной воды, так сформулировал одну из своих мыслей: «Кипячение не убивает хлор в воде». И действительно, для обработки питьевой воды применяют свободный хлор, следы которого остаются в воде в растворённом виде, и мы нередко чувствуем этот запах.



Свободный хлор (в виде простого вещества) улетучивается даже при отстаивании воды, а тем более при кипячении. Но хлор также вступает во взаимодействие с органическими соединениями, которые присутствуют в водопроводной воде. Образующиеся соединения, например хлороформ, обладают канцерогенной активностью, т.е. способностью вызвать тяжёлые болезни. Кроме того, взаимодействуя с лекарствами, витаминами или продуктами, хлор способен менять их свойства с безвредных на опасные. Результатом такого влияния могут стать изменения в обмене веществ, а также сбой иммунной и гормональной систем. При кипячении воды эти хлорсодержащие соединения практически не разрушаются.

Задание 1

Какая характеристика верно отражает физические свойства хлора (н.у.)?

1. Нерастворимая в воде жидкость.
2. Растворимая в воде жидкость.
3. Нерастворимый в воде газ.
4. Растворимый в воде газ.

Это задание направлено на оценку умения описывать свойства твердых, жидких, газообразных веществ, выделяя их существенные признаки, умения применять основные логические приемы, методы наблюдения, объяснения явлений. Задание предоставляет обучающимся возможность интерпретации данных и использования научных доказательств для получения выводов.

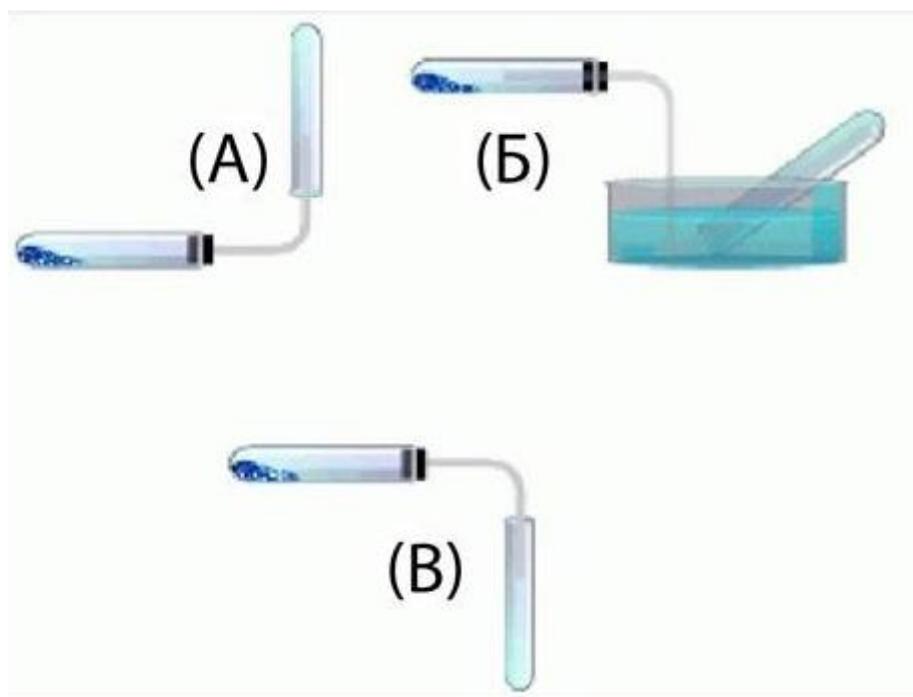
Ход рассуждения. Известно, что хлор используют для обеззараживания воды. В водоочистных установках жидкий хлор смешивают с водой и дают

ей отстояться. До подачи воды в водопровод в ней остается незначительное содержание хлора в безопасных для человека дозах. Оказывается, самые большие запасы хлора содержатся в составе солей вод морей и океанов (содержание в морской воде 19 г/л).

Ответ: 4	
Выбран верный ответ	1 балл
Другие ответы или ответ отсутствует	0 баллов

Задание 2

При собирании газов используют приборы, представленные на рисунке.



С помощью какого из указанных приборов целесообразно собирать хлор (Cl_2)? Обоснуйте свой ответ, исходя из свойств данного газа.

Это задание направлено на нахождение необходимых данных в источниках информации, представленной в различной форме, в данном случае – это рисунок проведения химического эксперимента для получения газов.

Проанализируем информацию, представленную на рисунке. Сделаем предположение:

А. Газ легче воздуха.

Б. Газ с водой не реагирует или малорастворим в воде (метод вытеснения воды).

В. Газ тяжелее воздуха.

Ход рассуждения может быть такой. Существуют различные способы собирания газов, которые основаны на физических свойствах газов. Вытеснением воздуха можно собирать газы, которые отличаются от него по плотности. Если газ легче воздуха, то сосуд для его собирания закрепляют дном вверх, если газ тяжелее воздуха – дном вниз. Вытеснением воды можно собирать только газы, которые с водой не реагируют и в ней не растворяются.

Возможный ответ	
Ответ: прибор в). Пояснение: так как хлор (Cl_2) тяжелее воздуха и растворим в воде, то газоотводную трубку направляют вниз и не пропускают через воду.	
Дан верный ответ и приведено пояснение	2 балла
Верно указан прибор (в), но дано неверное обоснование выбора. ИЛИ: неверно указан прибор (а или б), но верно названо свойство Cl_2	1 балл
Другие ответы или ответ отсутствует	0 баллов

Задание 3

Какую зависимость между растворимостью газа и температурой можно вывести из этой фразы: «Свободный хлор (в виде простого вещества) улетучивается даже при отстаивании воды, а тем более при кипячении»?

Для выполнения этого задания необходимо уметь приводить примеры химических процессов в природе; находить черты, свидетельствующие об общих признаках химических процессов и их различиях; объяснять значение веществ в жизни и хозяйстве человека.

Из представленной фразы можно вывести прямую зависимость между растворимостью хлора и температурой. Эту зависимость можно наблюдать в следующем опыте: при повышении температуры растворимость повышается, при понижении температуры понижается. В этом можно убедиться, насыпав в воду комнатной температуры соль и подождав до того момента, пока та не перестанет растворяться. Затем нагреть раствор, и соль растворится. После этого сделать перенасыщенный раствор соли в горячей воде и ее охладить. После охлаждения на стенках вырастут кристаллы соли.

Обратная зависимость выражена так: чем выше температура, тем хуже (ниже) растворимость хлора в воде (он еще быстрее улетучивается).

Таким образом, отвечая на заданный вопрос, школьники должны сформулировать мысль о наличии обратной зависимости: чем выше температура, тем хуже (ниже) растворимость хлора в воде.

Возможный ответ	
Ответ: сформулирована мысль о наличии обратной зависимости: чем выше температура, тем хуже (ниже) растворимость хлора в воде	
Дан верный ответ	1 балл
Другие ответы или ответ отсутствует	0 баллов

Задание 4

В чем заключается некорректность фразы «Кипячение не убивает хлор в воде»? Переформулируйте эту мысль, чтобы она точнее отражала суть информации.

Корректность фразы – это соответствие требованиям, предъявляемым к кому-либо или к чему-либо; правильность, точность. Следовательно, в этом задании необходимо найти неточность в его естественно-научном содержании. Действительно, для обработки питьевой воды применяют свободный хлор, следы которого остаются в воде в растворенном виде, и мы нередко чувствуем их по запаху. Свободный (химически не связанный) хлор улетучивается даже при отстаивании воды, а тем более при кипячении.

Но хлор еще вступает во взаимодействие с органическими соединениями, которые присутствуют в природной воде. При этом происходит разрушение крупных молекул на более мелкие фрагменты и их хлорирование (образование связей C–Cl). Эти соединения очень прочные и часто более вредны для организма, чем те органические загрязнения, которые ранее присутствовали в воде. При кипячении воды они не разрушаются.

<i>Возможный ответ</i>	
<p>Ответ: слово «убивает» применительно к химическим соединениям некорректно, так как можно сказать о живых организмах (например, болезнетворных бактериях), а химические соединения не убивают – их разрушают, нейтрализуют. Предложен свой вариант изложения информации, передающий следующую идею: «При кипячении воды не происходит полного удаления хлора из воды и разрушения в ней хлорсодержащих веществ», или: «После кипячения в воде сохраняются вредные хлорсодержащие соединения» и т.п.</p>	
Объяснена причина некорректности фразы или предложена более точная формулировка данной мысли	1 балл
Другие ответы или ответ отсутствует	0 баллов

Задание 5

Какой метод очистки воды вам известен, кроме хлорирования? Примеси каких веществ с помощью него можно удалить?

Для выполнения этого задания необходимо научиться определять недостающую информацию для решения проблемы и составить соответствующие логические цепочки, связанные с примесями и методами очистки воды.

Известно, что в зависимости от принципа действия выделяют такие способы очистки воды, как:

- физические (грубая механическая очистка);
- химические (смешение воды с реагентами);
- физико-химические (сложные комплексные мероприятия);
- биологические (воздействие живых микроорганизмов).

<i>Возможный ответ</i>	
Ответ: фильтрование/отстаивание – крупные частицы (механические примеси); намагничивание – железосодержащие сплавы; озонирование – микроорганизмы, органические загрязнители.	
Назван метод очистки воды и удаляемые с помощью него примеси	2 балла
Назван метод, но не названы удаляемые с помощью него примеси	1 балл
Другие ответы или ответ отсутствует	0 баллов

Тема «Кислоты, их классификация и свойства»

Задание «Кислотные дожди»

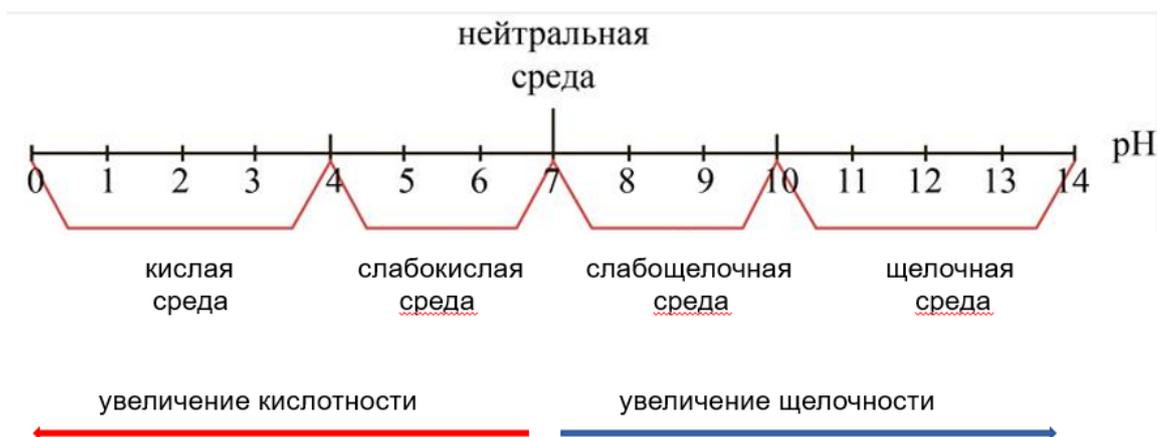
Кислотные дожди

Термин «кислотные дожди» появился в 1872 г. Его ввёл в практику английский инженер Роберт Смит. Однако научными исследованиями кислотных дождей стали заниматься только в конце 1960-х гг. Одной из причин образования кислотных осадков является загрязнение атмосферы в результате деятельности людей (химические выбросы заводов и предприятий, сжигание топлива, добыча полезных ископаемых, выхлопные газы транспорта и т.д.).

Кислотные дожди могут привести к изменениям водных экосистем, почв и растительности.

Кислотность растворов характеризуется так называемым показателем pH. В абсолютно нейтральной среде pH = 7. Уменьшение его значения означает увеличение концентрации кислоты.

На рисунке показана pH- шкала.



Сильно закисленные воды не позволяют рыбе нормально размножаться. Самки могут оказаться неспособными выметывать икру в кислой воде. А если же икра все-таки попадает в воду, то она либо погибает, либо из нее вылупляются нежизнеспособные мальки. На рисунке приведены интервалы

кислотности среды, благоприятные для существования различных обитателей водоемов.



Изучение химических свойств кислот следует проводить экспериментально. Учитель на уроках химии знакомит учащихся с понятиями «среда раствора», «индикатор». Для характеристики кислотности среды используют водородный показатель pH. Знание кислотности различных сред необходимо в разных отраслях науки, техники, в медицине, в быту. Так, необходимо контролировать кислотность дождевой воды, а также воды в реках и озерах. Резкое изменение значения водородного показателя свидетельствует о неблагоприятном экологическом состоянии окружающей среды. Кислотность почвы следует учитывать при выращивании сельскохозяйственных культур, произрастание которых

возможно при определенных значениях кислотности почвы. Все процессы, протекающие в живых организмах, также характеризуются значением водородного показателя.

В рамках компетенции «Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов» школьники должны уметь находить необходимые данные в источниках информации, представленной в различной форме (таблицы, графики, схемы, диаграммы, а также анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы.

Задание 1

Выберите все верные утверждения.

1. Форель способна жить в среде с показателем рН, равным 6.
2. В кислой среде гибнут голец и угорь.
3. Все рыбы благополучно существуют в щелочной среде.
4. Кислая среда наиболее опасна для размножения рыбы.
5. При увеличении кислотности показатель рН увеличивается.

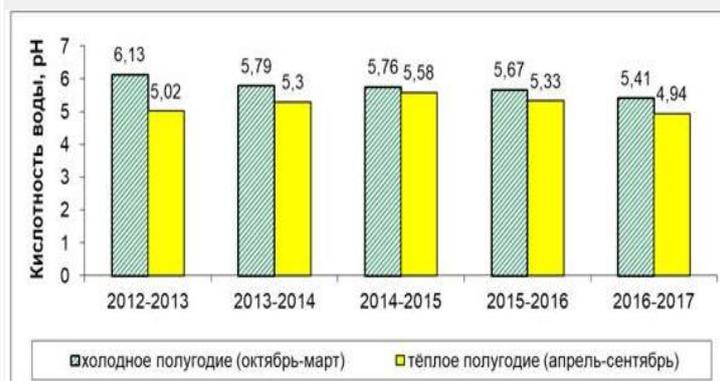
Ответ: 1, 2, 4	
Выбраны три верных элемента ответа	2 балла
Выбраны только два верных элемента ответа и другие элементы не выбраны	1 балл
Другие ответы или ответ отсутствует	0 баллов

Задание 2

На какие вопросы могут ответить полученные данные?

1. Как зависит кислотность поверхностных вод водоема от времени года?
2. Почему в холодное время года кислотность ниже, чем в теплое?
3. Как менялась динамика кислотности в течение 5 лет?
4. Чему равна кислотность атмосферных осадков?

На диаграмме представлены экспериментальные данные о кислотности поверхностных вод водоёма, полученные в результате измерений в течение 5 лет.



Ответ: 1, 3	
Выбраны два верных элемента ответа	2 балла
Выбран только один верный элемент ответа и другие элементы не выбраны	1 балл
Другие ответы или ответ отсутствует	0 баллов

Этот ответ следует из анализа диаграммы, на которой представлена зависимость между кислотностью воды и температурой воздуха разных сезонов года, а также динамика кислотности водоемов в течение пяти лет.

Задание 3

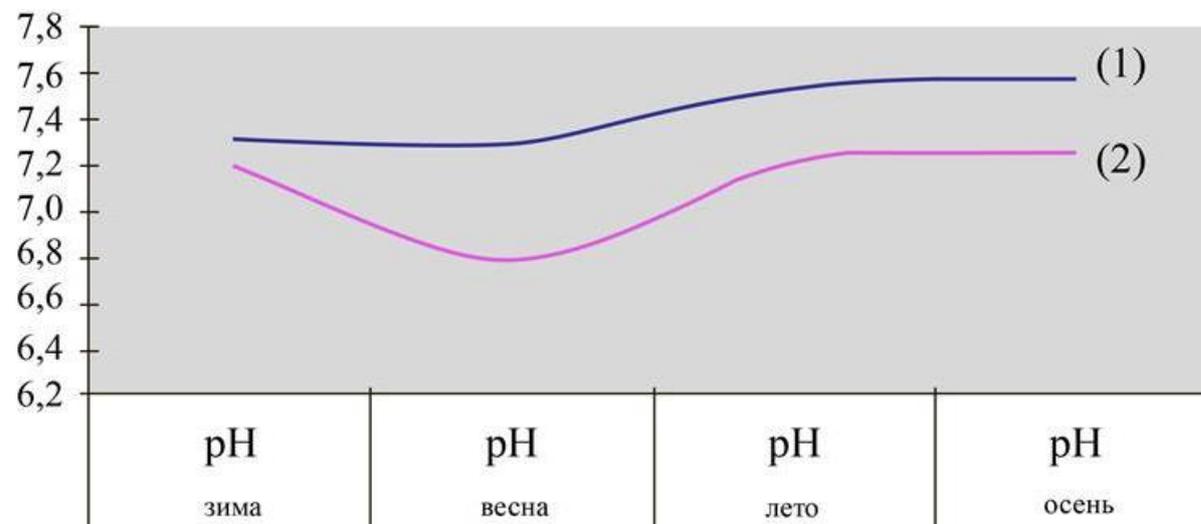
В то же время из года в год наблюдалось уменьшение численности форели, обитающей в водоёме? Можно ли на основании проведённых измерений выдвинуть гипотезу, что причиной уменьшения численности рыбы является закисление водоёмов? Ответ поясните.

Ответ: Можно. Показатель рН, особенно в период нереста, меньше допустимого значения.	
Выбран верный ответ	1 балл
Другие ответы или ответ отсутствует	0 баллов

Задание 4

На рисунке показано изменение показателя рН для двух рек в течение года.

Сезонное распределение рН



Выберите все верные утверждения, соответствующие приведенным экспериментальным данным.

1. В летне-осенний период значения рН достигают максимальных величин для вод обеих рек.
2. В весенний период наблюдается небольшое закисление вод реки (2).
3. Воды реки (2) характеризуются меньшим закислением по сравнению с водами реки (1).
4. В осенний период воды реки (1) представляли собой щелочную среду.

Правильный ответ следует из анализа динамики кислотности воды в реке от времени года.

Ответ: 1, 2	
Выбраны два верных элемента ответа	2 балла
Выбран только один верный элемент ответа и другие элементы не выбраны	1 балл
Другие ответы или ответ отсутствует	0 баллов

Задание 5

В таблице представлены показатели рН для некоторых сред.

№	Система	рН
1	Дождевая вода	5,5-6,0
2	Морская вода	8,0±0,5
3	Торфяная вода	4,5±1,0
4	Сок огуречный	6,9±0,2
5	Сок лимонный	2,5±0,5
6	Кровь человека	7,35±0,08
7	Молоко	6,6-6,9

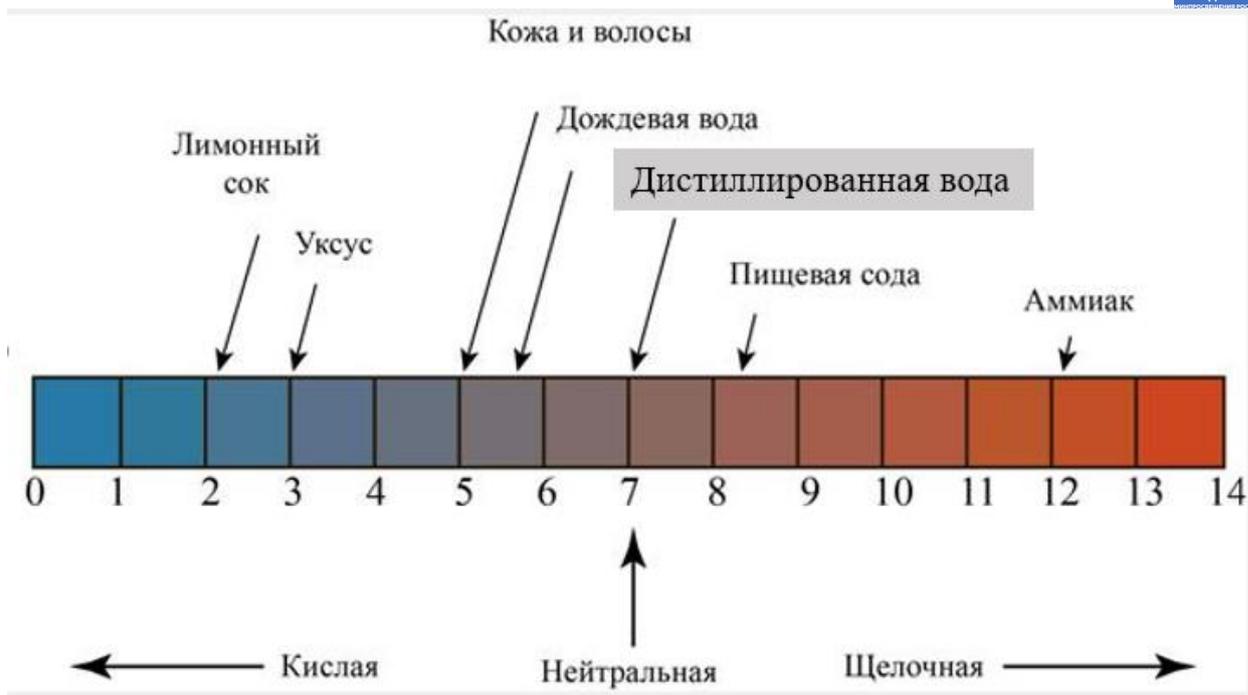
Запишите номера сред, которые однозначно могут быть отнесены к кислым.

Ответ основан на знании значения рН для кислых, нейтральных и щелочных сред.

Ответ: 5	
Представлен верный ответ	1 балл
Другие ответы или ответ отсутствует	0 баллов

Задание 6

рН кожи и волос здорового человека составляет примерно 5 (см. рисунок). Для мытья волос Таня использует нейтральный шампунь с рН в пределах 6–8.



Какую жидкость может использовать Таня в качестве ополаскивателя для волос после мытья головы, если она хочет поддержать естественный pH волос?

1. Дистиллированную воду.
2. Дождевую воду.
3. Слабый раствор пищевой соды.
4. Слабый раствор лимонного сока.

Ответ: 4	
Выбран верный ответ	1 балл
Другие ответы или ответ отсутствует	0 баллов

Примеры заданий PISA по курсу 9-го класса

Познавательная деятельность при изучении курса химии на базовом уровне играет ведущую роль в развитии таких основных видов учебной деятельности старшеклассников, как владение методами научного познания, полное и точное выражение своих мыслей, умение характеризовать, объяснять, классифицировать химические объекты, работать в группе, аргументация своей точки зрения, нахождение, использование различных

источников информации и представление в устной и письменной речи результатов ее анализа.

Одна из задач обучения в средней школе – определение дальнейшей образовательной траектории и ответственный выбор жизненного и профессионального пути. Для решения данной задачи старшеклассники при изучении химии должны уметь применять приобретенный на уроках по этому предмету опыт деятельности в жизненной ситуации.

Тема «Скорость химических реакций»

В ходе изучения темы, обучающиеся приобретают знания о процессах, в которых проявляются химические свойства веществ, условиях их протекания и способах управления ими. После изучения данной темы школьники смогут прогнозировать результаты воздействия различных факторов на скорость химической реакции, на смещение химического равновесия.

Задание

Исследование «Скорость химической реакции»

После того как человек провел первую химическую реакцию – разжег костер, ему пришлось задуматься о том, как управлять течением химических реакций. Сегодня человек умеет управлять химическими реакциями: может замедлять нежелательные превращения веществ или ускорять реакции для получения большего количества нужного продукта. Скорость химической реакции определяется как изменение концентрации реагирующих веществ в единицу времени. Известно, что скорость химических реакций зависит от температуры, концентрации реагирующих веществ, природы реагирующих веществ, наличия катализатора или ингибитора (вещества, замедляющего реакцию).

На уроке химии учащиеся проводили эксперименты с целью определить факторы, которые влияют на скорость различных реакций. Они провели несколько опытов.

Опыт 1. Ученики взяли 10 г соляной кислоты с массовой долей вещества 20% и опустили в этот раствор гранулы цинка. Наблюдали выделение газа.

Опыт 2. К соляной кислоте из первого опыта добавили 30 г воды. Затем отобрали 10 г получившегося раствора и опустили гранулы цинка. Наблюдали выделение газа.

1. В каком из опытов ученики наблюдали более интенсивное выделение газа?

2. Действие какого фактора, влияющего на скорость реакции, наблюдали учащиеся?

Для выполнения этого задания обучающиеся должны уметь проводить химический эксперимент, наблюдать и описывать химические реакции с помощью естественного языка и языка химии, исследовать условия, влияющие на скорость химической реакции, описывать условия, влияющие на скорость химической реакции. Проведение химического эксперимента способствует формированию умений устанавливать связи между реально наблюдаемыми химическими явлениями и процессами, происходящими в микромире, объяснять причины многообразия веществ, зависимость их свойств от состава и строения, а также зависимость применения веществ от их свойств.

Для ответа на вопрос «*В каком из опытов ученики наблюдали более интенсивное выделение газа?*» нужно сравнить условия проведения двух опытов. Учащиеся должны знать, что такое сравнение (сравнением называется установление сходства и различия предметов и явлений действительности). В результате сравнения устанавливается то общее, что присуще двум или нескольким объектам, а выявление общего,

повторяющегося в явлениях, как известно, есть ступень на пути к познанию закона.

«К соляной кислоте из первого опыта добавили 30 г воды». Следовательно, раствор разбавили водой, и реакция в разбавленном растворе будет происходить медленнее, в том числе и выделение газа.

Для ответа на вопрос «*Действие какого фактора, влияющего на скорость реакции, наблюдали учащиеся?*» необходимо рассмотреть факторы, которые влияют на скорость химической реакции:

- 1) природа реагентов;
- 2) концентрация реагентов;
- 3) температура реакции;
- 4) поверхность соприкосновения реагентов;
- 5) присутствие катализаторов.

Так как в отличие от 1-го опыта во 2-м опыте раствор разбавили водой, то изменилась концентрация реагентов. Влияние концентрации «прямо пропорционально» скорости реакции: при увеличении концентрации реагирующего вещества скорость реакции повышается, при уменьшении – понижается.

<i>Возможный ответ</i>	
Ответ: 1) в первом опыте наблюдалось более интенсивное выделение газа; 2) фактор – концентрация реагирующих веществ	
Даны два верных ответа	2 балла
Дан один верный ответ	1 балл
Другие ответы или ответ отсутствует	0 баллов

Задание 2

Опыт 3. В пробирку с раствором серной кислоты поместили немного черного порошка оксида меди(II). В течение 3 минут признаков протекания

реакции не наблюдали. Тогда ученики нагрели пробирку с реакционной смесью. В результате наблюдали появление синей окраски раствора.

1. Действие какого фактора, влияющего на скорость реакции, наблюдали учащиеся?

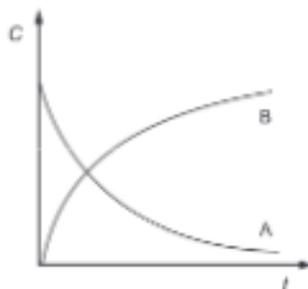
2. Приведите пример использования знания о влиянии этого фактора на скорость химических реакций в быту.

Для ответа на вопрос «*Действие какого фактора, влияющего на скорость реакции, наблюдали учащиеся?*» необходимо учесть, что эксперимент состоял из 2 частей: протекание реакции без нагревания и протекание реакции при нагревании.

Чтобы *привести пример использования знания о влиянии этого фактора на скорость химических реакций в быту*, нужно помнить, что температура – один из основных, но не единственный фактор, от которого зависит скорость химической реакции. Хорошо известно, что растворить соль, сахар гораздо проще в теплой воде, чем в холодной, а при значительном нагревании они растворяются практически мгновенно. Влажная одежда высыхает быстрее в теплом помещении, продукты лучше сохраняются на холоде и др.

<i>Возможный ответ</i>	
Ответ: 1) фактор – температура; 2) например, хранение продуктов в холодильнике; приготовление пищи при кипении и т.п.	
Даны два верных ответа	2 балла
Дан один верный ответ	1 балл
Другие ответы или ответ отсутствует	0 баллов

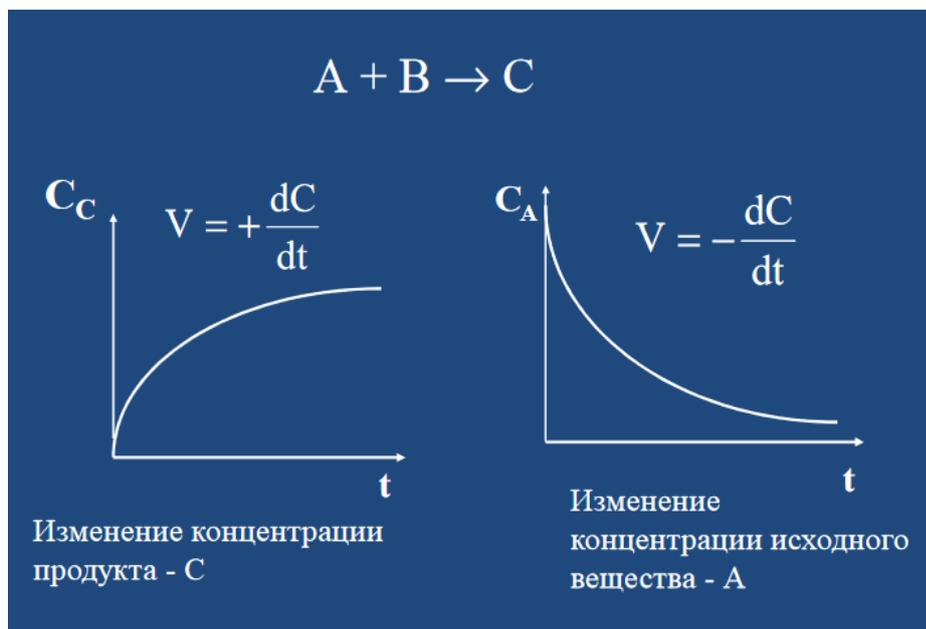
На графике представлена зависимость концентрации C исходных веществ и продуктов реакции от времени t протекания реакции:



Какая кривая описывает изменение концентрации исходных веществ, какая – продуктов реакции?

В данном задании обучающимся надо научиться находить необходимые данные в информации, представленной в различной форме.

Предполагаемый ход рассуждения: графическое изображение зависимости концентрации реагентов от времени есть кинетическая кривая. Начинаем ее анализировать. Предположим, что в реакцию вступают вещества А и В, для них кинетические кривые будут следующими:



<i>Возможный ответ</i>	
Ответ: кривая А соответствует исходным веществам, кривая В – продуктам реакции	
Дан верный ответ	1 балл
Другие ответы или ответ отсутствует	0 баллов

Тема «Химические свойства металлов. Ряд активности (электрохимический ряд напряжений) металлов»

При изучении данной темы обучающиеся должны уметь пользоваться электрохимическим рядом напряжений металлов, составлять уравнения химических реакций, характеризующих свойства металлов, и объяснять свойства металлов в свете представлений об окислительно-восстановительных процессах; знать состав и строение сплавов, отличие сплавов от металлов; уметь объяснять, почему в технике широко используют сплавы.

Задание «Как «болеет» железо»

КАК «БОЛЕЕТ» ЖЕЛЕЗО

Первое железо, с которым столкнулось человечество, было из метеоритов. Это было химически чистое железо, устойчивое к коррозии и хорошо «сопротивляющееся» действию кислот. Однако ничтожные примеси лишают его этих свойств и повышают реакционную способность железа: оно реагирует с некоторыми неметаллами (S, Cl₂), кислотами (HCl, HNO₃) и солями (CuSO₄, AgNO₃). В силу достаточной химической активности железо на Земле встречается преимущественно в виде соединений.

При наличии кислорода, воды и достаточного времени практически любое изделие из железа в конечном счете полностью преобразуется в ржавчину и разрушается (корродирует).



На земном шаре ежегодно «болеет» ржавчиной такое количество железа, которое равняется четверти его годовой добычи. Процесс коррозии можно условно выразить следующей схемой: $\text{Fe} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Как видно из схемы, ржавчина состоит из гидратированного оксида железа(III) $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ и гидроксидов железа ($\text{FeO}(\text{OH})$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$).

Для борьбы с ржавчиной применяются различные методы. Например, железо смешивают с другими веществами (добавками) и получают сплавы. Наиболее известные из них – сталь и чугун.

По значению для человека железо является металлом № 1.

Задание 1

Учитывая распространенность веществ в природе, сформулируйте предположение о том, с какими из химических элементов железо образует соединения в природе. Приведите пример формулы соединения с железом.

Особенностью этого задания является формирование / проверка умения обучающихся распознавать предположения (допущения), аргументы и описания в научно-популярных текстах.

Известно, что железо довольно распространено в земной коре (порядка 4% массы земной коры). По распространенности на Земле железо занимает 4-е место среди всех элементов и 2-е место среди металлов. Прочитав в тексте задания фразу *«При наличии кислорода, воды и достаточного времени практически любое изделие из железа в конечном счете полностью преобразуется в ржавчину и разрушается (корродирует)»*, учащиеся должны сделать вывод, что железо довольно активно реагирует с кислородом и водой.

Также в задании сказано: *«В силу достаточной химической активности железо на Земле встречается преимущественно в виде соединений»*. Обучающихся необходимо научить выдвигать гипотезу (предположение), на проверку которой направлено данное исследование. Подсказка для формулирования гипотезы может быть такой: «Наличие в природе каменного

угля (С) и углекислого газа (CO₂), серы (S), сернистого газа (SO₂) и воды (H₂O) позволяет сделать предположение о наличии в природе в виде соединений...»

Вспомним, что железо образует ряд минералов:

- магнитный железняк, или магнетит Fe₃O₄;
- красный железняк, или гематит Fe₂O₃;
- бурый железняк, или лимонит 2 Fe₂O₃ · 3 H₂O;
- железный колчедан, или пирит FeS₂ (используют при производстве серной кислоты);
- гидрокарбонат железа Fe(HCO₃)₂ (встречается в природных и некоторых минеральных водах).

Возможна обратная задача: при формулировании гипотезы «В природе железо встречается в виде соединений с кислородом или серой, иногда встречается чистое железо, попадающее на Землю с метеоритами», приведите аргументы, подтверждающие этот факт.

Возможный ответ	
<p>Ответ: в природе много соединений железа с кислородом – оксидов: FeO, Fe₂O₃. Существование каменного угля и углекислого газа, серы, сернистого газа и воды позволяет сделать предположение о наличии в природе месторождений сульфидов (FeS, FeS₂), сульфатов (FeSO₄) и карбонатов (FeCO₃) железа</p>	
Дан верный ответ	1 балл
Другие ответы или ответ отсутствует	0 баллов

Задание 2

В домашней мастерской всегда много изделий из железа и его сплавов. Предложите два способа, которые смогут замедлить процесс коррозии железных изделий и продлить срок их службы.

Данное задание помогает научить школьников интерпретировать данные и делать соответствующие выводы, а также прогнозировать свойства неизученных веществ по аналогии со свойствами изученных на основе знания химических закономерностей.

Так как *«процесс коррозии можно условно выразить следующей схемой: $Fe + O_2 + H_2O \rightarrow Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ »*, то, следовательно, для того, чтобы замедлить процесс коррозии железных изделий, необходимо исключить действие кислорода и воды.

Возможный ответ	
Ответ: предложены два способа защиты: использование осушителей воздуха (поглотителей влаги), покрытие изделий маслом, специальной краской	
Предложены два способа защиты	1 балл
Другие ответы или ответ отсутствует	0 баллов

Задание 3

Объясните, почему в промышленности и быту большее применение получили сплавы, а не чистые простые вещества-металлы.

При выполнении этого задания школьники должны вычлени из текста ключевую информацию: *«Для борьбы с ржавчиной применяются различные методы, например смешивают с другими веществами (добавками) и получают сплавы. Наиболее известные из них – сталь и чугун»*. Также у обучающихся должно быть сформировано представление о том, что сплавы – это особые системы, состоящие из двух и более металлов или металлов и неактивных неметаллов (углерод, фосфор, кремний, иногда сера). Свойства сплавов отличаются от свойств каждого из металлов, входящих в его состав. Дело в том, что сплавлением одних металлов с другими можно существенно улучшить свойства многих металлов, например: твердость, пластичность, текучесть, электрические, магнитные и термические свойства, а также антикоррозионную устойчивость.

<i>Возможный ответ</i>	
Ответ: приведено одно из объяснений: сплавы имеют большее многообразие свойств; можно создавать сплавы с заранее заданными свойствами в зависимости от области применения	
Названа одна из причин	1 балл
Другие ответы или ответ отсутствует	0 баллов

Тема «Фосфор. Аллотропия фосфора. Свойства фосфора. Оксид фосфора(V). Фосфорная кислота и ее соли. Фосфорные удобрения»

Задание «Такой разный фосфор»

Фосфор – один из распространённых элементов земной коры, он входит в первую двадцатку. Содержится фосфор и в тканях живых организмов – входит в состав белков и других важнейших органических соединений (АТФ, ДНК). Фосфор называют элементом жизни. История его получения относится ещё к временам алхимии. Разорившийся купец и при этом алхимик – самоучка Бранд – в поисках философского камня получил красное «уринное масло». При его дальнейшей дистилляции алхимик заметил образовавшуюся на дне реторты белую пыль. Алхимик решил, что ему удалось извлечь «элементарный огонь», но не получив желаемого золота, Бранд стал продавать свой секрет по цене, во много раз превосходящей золото, и обогатился на этом.

Задание 1

1. В переводе с греческого название фосфора означает «светоносный».

Сегодня известно несколько аллотропных модификаций фосфора – белый, красный, чёрный. Какая из этих модификаций стала причиной такого названия химического элемента?



Возможный ответ	
Ответ: белый фосфор обладает способностью светиться	
Записан верный ответ	1 балла
Другой ответ, ответ отсутствует	0 баллов

Задание 2

Пожалуй, первое свойство фосфора, которое человек поставил себе на службу, – это горючесть. Горючесть фосфора очень велика и зависит от аллотропной модификации. Фосфор вместе с другими веществами наносится на спичечный коробок и при трении загорается.

1. Какая аллотропная модификация фосфора применяется при производстве спичек?

2. Какое вещество можно увидеть в виде белого дымка в момент зажигания спички? Запишите название и химическую формулу этого вещества.

Для этого задания рассмотрим проведение химического эксперимента.



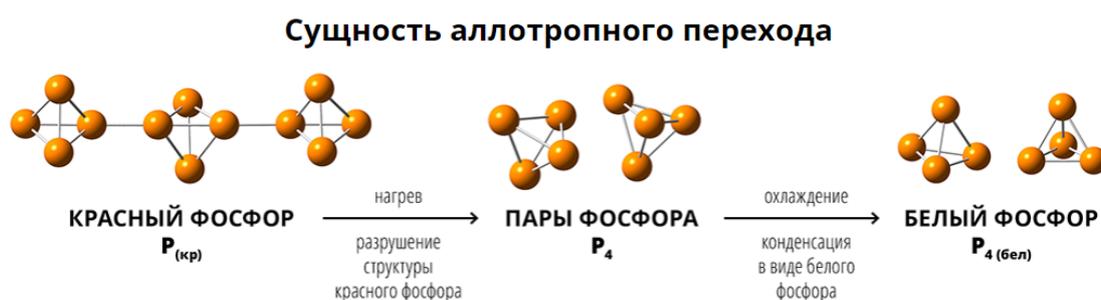
Обязательно продемонстрируйте данный химический эксперимент. Необходимо найти ответ на вопрос: по каким признакам химических реакций можно судить, что образовалось новое вещество? После рассмотрения признаков химических реакций следует перейти к условиям

их протекания. В химии не ограничиваются простым наблюдением протекающего процесса, а наблюдения сочетают с проведением эксперимента. Эксперимент – это исследование каких-либо явлений путем активного воздействия на них разными способами, соответствующими целям исследования. Провести химический эксперимент – это значит специально создать такие условия, при которых наблюдение исследуемого явления проводить наиболее удобно.

Проведение химического эксперимента способствует формированию умений устанавливать связи между реально наблюдаемыми химическими явлениями и процессами, происходящими в микромире, объяснять причины многообразия веществ, зависимость их свойств от состава и строения, а также зависимость применения веществ от их свойств.

На большинство вопросов данного комплексного задания о фосфоре после просмотра химического эксперимента можно ответить правильно.

Для решения этого задания можно предложить школьникам рассмотреть сущность аллотропного перехода между белым и красным фосфором.



Возможный ответ	
Ответ: 1) красный фосфор используют в производстве спичек; 2) белый дым – это оксид фосфора(V) P_2O_5	
Записаны верные ответы на два вопроса	2 балла
Записан верный ответ на один вопрос	1 балл
Другие ответы или ответ отсутствует	0 баллов

Задание 3

Фосфор (в виде фосфатов) – один из трех важнейших биогенных элементов, участвует в синтезе АТФ. Большая часть производимой фосфорной кислоты идет на получение фосфорных удобрений:

- суперфосфата $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$,
- преципитата $\text{CaHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$,
- аммофоски $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4$ и др.

Доля производства удобрений, содержащих в своем составе только один фосфор, падает, и все больше производится комплексных удобрений, содержащих два или три питательных элемента.

1. Какое из приведенных удобрений относится к комплексным? Напишите его название.

2. Какие макроэлементы входят в состав этого удобрения? Напишите их названия.

Прежде чем приступать к выбору удобрения, стоит разобраться, что такое полное комплексное удобрение. Выпускаются различные составы для деревьев и растений. Они включают от двух компонентов, каждый из которых имеет свое определенное действие. Перечень выпускаемых смесей достаточно широк. Чаще всего в их состав входят: калий, фосфор, азот. Растения на разных этапах жизни потребляют питательные элементы в разных количествах. Азот растения больше всего поглощают в период активного роста — с момента прорастания семян до формирования первых цветов. Фосфор нужен растениям в период прорастания. В период подготовки растений к зиме — важную роль играет калий

Перечень вводимых в комплексное удобрение компонентов постоянно меняется. Уделяется внимание не только вводимым компонентам, но и их процентному соотношению. Это позволяет подобрать препарат

в зависимости от возникшей проблемы. При этом очень важно придерживаться инструкции, разработанной производителем. В таком случае культурные растения начинают активно развиваться, лучше сопротивляются внешнему воздействию, активно наращивают зеленую массу.

Для выполнения этого задания необходимо школьников научить определять процентное содержание химических элементов в том или ином соединении. Норма азота для разных культур зависит от плодородия и влажности почвы, предшественника, способа внесения удобрения, величины запланированного урожая. Чем ниже плодородие почвы и выше запланированный урожай, тем больше азотных удобрений нужно вносить.

Возможный ответ	
Ответ: 1) аммофоска относится к комплексным удобрениям; 2) аммофоска содержит макроэлементы – азот, калий и фосфор	
Записаны верные ответы на два вопроса	2 балла
Записан верный ответ на один вопрос	1 балл
Другие ответы или ответ отсутствует	0 баллов

Задание 4

Фосфор присутствует в живых клетках, входит в состав костей человека, зубной эмали. Основную роль в превращениях соединений фосфора в организме человека и животных играет печень. Обмен фосфорных соединений регулируется гормонами и витамином D. Усвоение фосфора происходит эффективнее при его приеме вместе с кальцием в соотношении 3:2 (P:Ca). Содержание и соотношение кальция и фосфора представлено в таблице:

Продукт	Са, мг/100 г	Р, мг/100 г	Са/Р
Жареная говядина	12	250	0,05
Цельное молоко	118	93	1,26
Варёная фасоль	50	37	1,35
Жареная треска	31	274	0,11
Пшеничный хлеб	84	254	0,33
Картофель	7	53	0,13
Яблоки	7	10	0,70
Яйца куриные	54	205	0,26

Ознакомьтесь с информацией в таблице и назовите два продукта, в которых соотношение элементов наиболее соответствует рекомендуемому.

Ход рассуждения

Дано: 3:2 (Р:Са).

В таблице 2:3 дано соотношение кальция и фосфора (Са:Р).

Решение:

$$2:3 = 0,666$$

Ответ: 0,7 – это яблоки, 0,33 – пшеничный хлеб.

Таким образом, в данном задании предлагается сформулировать выводы на основе интерпретации данных, представленных в различных формах. Такие задания необходимо включать в содержание урока.

Возможный ответ	
Ответ: яблоки и пшеничный хлеб	
Записан верный ответ	1 балл
Другие ответы, ответ отсутствует	0 баллов

При недостатке фосфора в организме развиваются различные заболевания костей. Суточная потребность в фосфоре для взрослых составляет 1,0–2,0 г, для детей и подростков – 1,5–2,5 г.

Сколько граммов (килограммов) жареной трески минимально надо употребить подростку, чтобы покрыть суточную потребность в фосфоре? Ответ подтвердите расчетами (округлите до целых).

Задание является типично межпредметным: оно основано на понимании основ здорового питания и формировании здорового образа жизни. Для выполнения данного задания необходимо развивать компетенцию «оценивать достоверность научных аргументов и доказательства из различных источников». Необходимо научить использовать вопросы в качестве инструмента познания и в качестве основы для формирования гипотезы по проверке правильности высказываемых суждений.

Решение задачи

Составляем пропорцию:

0,274 – это 100 г

1,5 – x

$1,5 \cdot 100 : 0,274 = 547$ г

Правильный ответ: 547 г.

Возможный ответ	
Ответ: 547 г; расчёты: $1,5 \cdot 100 : 0,247 = 547$ г	
Записан верный ответ	1 балл
Другие ответы или ответ отсутствует	0 баллов

Заключение

Российская система образования рассматривает фундаментальные знания как основу для решения реальных задач, стоящих перед обществом. Формирование естественно-научной грамотности возможно в рамках комплексной подготовки учителей к реализации новых видов педагогической деятельности, которая должна быть направлена на всестороннее развитие личности обучающихся, а также на освоение ими новых видов предметных и метапредметных умений. Учителю, как организатору процесса обучения, необходимо всесторонне рассматривать на урочных и внеурочных занятиях различные аспекты формирования естественно-научной грамотности, учитывая при этом возможность построения индивидуальной траектории обучения и воспитания обучающихся. Это является актуальным как с точки зрения подготовки школьников к международным и национальным исследованиям, так и с точки зрения формирования компетенций, направленных на адаптацию обучающихся к жизни в современном обществе.

Список источников

Литература

1. Демидова М.Ю. Подходы к разработке заданий по оценке естественно-научной грамотности обучающихся / М.Ю. Демидова, Д.Ю. Добротин, В.С. Рохлов // Педагогические измерения. – 2020. – № 2. – С. 8–19.
2. Разумовский В.Г., Пентин А.Ю. и др. Естественнонаучная грамотность: контрольные материалы и экспериментальные умения. / Народное образование, 2017 - №4-5, с. 159-167
3. Колесникова Г. М. Развитие естественно-научной функциональной грамотности // Молодой ученый. — 2017. — № 7.3 (111.3). — С. 13-15.
4. Пентин А. Ю., Ковалева Г. С. и др. Состояние естественнонаучного образования в российской школе по результатам международных исследований TIMSS и PISA // Вопросы образования. 2018. - № 1, с.79-105
5. Пентин А.Ю., Никифоров Г.Г., Никишова Е.А. Основные подходы к оценке естественнонаучной грамотности // «Отечественная и зарубежная педагогика» - 2019. - № 4 Т.1 (61)
6. Сборник информационных и методических материалов для педагогов (по проблеме формирования функциональной грамотности у школьников). М., Высшая школа экономики, 2020. – 89 с.

Интернет-ссылки

1. Универсальные кодификаторы для процедур оценки качества образования <https://fipi.ru/metodicheskaya-kopilka/univers-kodifikatory-oko>
2. Материалы по естественнонаучной грамотности – URL: http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018_sl.html (дата обращения: 29.09.2021).
3. Открытый банк заданий ФИПИ по естественнонаучной грамотности: <http://fipi.ru/otkrytyy-bank-zadaniy-dlya-otsenki-yestestvennonauchnoy-gramotnosti> – URL: (дата обращения: 29.09.2021).