Негосударственное (частное) общеобразовательное учреждение (НОУ)
гимназия «Школа бизнеса»

СБОРНИК ДИДАКТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА «ОВЛАДЕНИЕ ОБУЧАЮЩИМИСЯ 10-Х КЛАССОВ КОМПЕТЕНЦИЕЙ *НАУЧНОГО ОБЪЯСНЕНИЯ ЯВЛЕНИЙ* ПРИ ФОРМИРОВАНИИ У НИХ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ (ЕНГ) В ПРОЦЕССЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ В РАМКАХ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩЕЙ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (ДООП)

Автор сборника дидактического материала -
учитель физики НОУ гимназии «Школа бизнеса»
Кирия Светлана Алексеевна

Сочи – 2023

Оглавление

1. Аннотация ……..…… 3

2. Пояснительная записка ……..……... 4

3. Основная часть ……..... 7

3.1. Практическая работа «Количественная и качественная характеристика движения планет Солнечной системы» …… 7

3.2. Практическая работа «Исследование процессов выхода из неравновесных состояний различных материальных систем» ……..…… 12

3.3. Практическая работа «Источник энергии звезд и зависимость времени их жизни от их массы» …….……..… 17

4. Заключение ……...… 21

5. Список информационных источников …….. 22

1. Аннотация

Данный сборник дидактического материала предназначен для учителей естественнонаучных учебных предметов – физики, химии, биологии, работающих в 10-х классах общеобразовательных организаций, и будет особенно полезен прежде всего для учителей, начинающих свою профессиональную деятельность.

В сборнике представлены три практические работы, выполнение которых способствует формированию и развитию у обучающихся *естественнонаучной грамотности*, более конкретно – формированию и развитию компетенции *научного объяснения явлений* как одной из трех важнейших компетенций естественнонаучной грамотности.

Описанные в сборнике практические работы предполагаются к выполнению в процессе освоения десятиклассниками соответствующих *дополнительных общеразвивающих общеобразовательных программ* (далее – ДООП) или, как возможный вариант, в ходе *внеурочной деятельности*.

Таким образом, совокупность рассматриваемых в сборнике практических работ представляет собой своеобразный модуль с возможностью его включения в образовательную деятельность двумя способами. Такие варианты реализации в образовательной деятельности практических работ находятся в полном соответствии с Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» ([1]), Федеральным государственным образовательным стандартом среднего общего образования (далее – ФГОС СОО) ([2; 3; 5]), а также с совокупностью документов федерального уровня, касающихся внеурочной деятельности и дополнительного образования детей ([6; 7; 8; 9; 10; 11; 12]).

Общие методические рекомендации, пояснения и советы по использованию содержащихся в сборнике практических работ приводятся в нижеследующей пояснительной записке.

2. Пояснительная записка

Цель разработки и составления данного сборника дидактического материала – оказать методическую помощь и поддержку учителям физики, химии и биологии, особенно начинающим, в формировании и развитии у обучающихся 10-х классов одной из трех важнейших компетенций естественнонаучной грамотности – *научного объяснения явлений*.

При этом мы исходили из того, что на сегодняшний день, в условиях возрастания спроса учителей на подобный дидактический материал, в качестве предложения имеется явно недостаточное число сборников, содержащих сопровождающееся методическими рекомендациями описание практических работ естественнонаучной направленности, в процессе выполнения которых у обучающихся целенаправленно формируется конкретная компетенция естественнонаучной грамотности.

Следует отметить, что в разделе IV «Требования к условиям реализации основной образовательной программы», в п. 20 ФГОС СОО ([2; 3; 9]) указывается: «*… результатом реализации указанных требований должно быть создание образовательной среды как совокупности условий: ...* ***преемственных по отношению к основному общему образованию*** *и соответствующих специфике образовательной деятельности при получении среднего общего образования…*» (курсив и выделение полужирным шрифтом наше).

В то же время, в ФГОС ООО-2021 ([4; 10]) в разделе 3 «Требования к условиям реализации программы ООО» в п. 35.2 отмечается: «*В целях обеспечения реализации программы ООО в Организации для участников образовательных отношений* ***должны создаваться условия****, обеспечивающие возможность:* ***формирования функциональной грамотности обучающихся*** *(способности решать учебные задачи и жизненные проблемные ситуации на основе сформированных предметных, метапредметных и универсальных способов деятельности), включающей овладение ключевыми компетенциями, составляющими основу дальнейшего успешного образования и ориентации в мире профессий; функциональная грамотность – важнейший индикатор общественного благополучия, а* ***функциональная грамотность школьников – показатель качества образования»*** (курсив и выделение полужирным шрифтом наше).

Как известно, функциональная грамотность обучающихся содержит 6 составляющих – математическую, читательскую, *естественнонаучную*, финансовую, глобальные компетенции, креативное мышление. Таким образом, преемственность среднего общего образования по отношению к основному общему образованию предполагает, в том числе, продолжение формирования и развития естественнонаучной грамотности обучающихся. Следовательно, формирование и развитие у обучающихся на уровне среднего общего образования естественнонаучной грамотности является обязательным требованием государства к системе общего образования и подлежит обязательному освоению каждым учителем естественнонаучных учебных предметов современной российской школы. Именно этому и призван способствовать предлагаемый сборник дидактического материала.

Сформулируем теперь наиболее общие и относящиеся ко всем практическим работам данного сборника пояснения смыслового и методического характера, которые могут быть полезны учителю, решившему включить в свою образовательную деятельность эти работы.

Обычно естественнонаучная грамотность определяется как компонент функциональной грамотности, который подразумевает способность ребенка занять компетентную общественную позицию по вопросам, связанным с естественными науками, интерес к естественно-научным фактам и идеям. Такая грамотность позволяет человеку принимать решения на основе научных фактов, понимать влияние естественных процессов, науки и технологий на мир, экономику, культуру.

Аналогичным по смыслу является определение, используемое в PISA (Programme for International Student Assessment – Международная программа по оценке образовательных достижений учащихся): естественнонаучная грамотность – это способность человека занимать активную гражданскую позицию по вопросам, связанным с развитием естественных наук и применением их достижений, и его готовность интересоваться естественнонаучными идеями.

Естественнонаучная грамотность предполагает наличие трех важнейших компетенций:

- *научное объяснение явлений;*
- понимание особенностей естественнонаучного исследования;
- интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов.

В соответствии с тематикой практических работ данного сборника, рассмотрим компетенцию *научного объяснения явлений* с общепринятой точки зрения формируемых и оцениваемых, в ее рамках, умений и характеристики учебных заданий, направленных на формирование и оценку этих умений. В целях лаконичности и систематичности такого рассмотрения представим информацию в табличной форме.

Таблица 1.

Научное объяснений явлений	
Формируемые и оцениваемые умения	**Характеристика учебного задания, направленного на формирование и / или оценку умения**
1. Применить соответствующие естественнонаучные знания для объяснения явления.	Предлагается описание достаточно стандартной ситуации, для объяснения которой можно напрямую использовать программный материал.
2. Распознавать, использовать и создавать объяснительные модели и представления.	Предлагается описание нестандартной ситуации, для которой ученик не имеет готового объяснения. Для получения объяснения она должна быть преобразована (в явном виде или мысленно) или в типовую известную модель или в модель, в которой ясно прослеживаются нужные взаимосвязи. Возможна обратная задача: по представленной

	модели узнать и описать явление.
3. Делать и научно обосновывать прогнозы о протекании процесса или явления.	Предлагается на основе понимания механизма (или причин) явления или процесса обосновать дальнейшее развитие событий.
4. Объяснять принцип действия технического устройства или технологии.	Предлагается объяснить, на каких научных знаниях основана работа описанного технического устройства или технологии.

При выполнении каждой практической работы обучающимся предлагается выполнять серию заданий, общий характер которых описан во втором столбце таблицы 1, при этом происходит формирование и оценка умений, указанных в первом столбце таблицы 1.

Таким образом, в процессе выполнения каждой практической работы у обучающихся формируется и развивается такая компетенция естественнонаучной грамотности, как *научное объяснений явлений*. При этом формирование и развитие компетенции носит комплексный характер, так как практическая работа включает в себя различные по характеру учебные задания. В то же время учитель получает возможность, наблюдая за деятельностью обучающихся и изучая продукты их деятельности, оценивать сформированность у них конкретной компетенции естественнонаучной грамотности.

Ситуативные методические пояснения и рекомендации даются в тексте каждой работы *курсивом*.

В сборнике описаны три работы:

1. «Количественная и качественная характеристика движения планет Солнечной системы».

2. «Исследование процессов выхода из неравновесных состояний различных материальных систем»

3. «Источник энергии звезд и зависимость времени их жизни от их массы».

Спектр подобных практических работ может быть расширен и дополнен работами, в рамках которых целенаправленно формируются и другие компетенции естественнонаучной грамотности:

- понимание особенностей естественнонаучного исследования;
- интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов.

В заключение отметим еще два обстоятельства:

- содержание данного сборника дидактического материала находится в соответствии с федеральной образовательной программой среднего общего образования ([9]);
- в практических работах использованы отдельные идеи и фрагменты содержания, предложенные в упраздненном общеобразовательном курсе «Естествознание» [13, с. 163-165; 13, с. 210-213; 13, с. 228-229]. Указанные идеи и фрагменты содержания переработаны автором сборника с учетом необходимости формирования естественнонаучной грамотности у обучающихся.

3. Основная часть

3.1. Практическая работа «Количественная и качественная характеристика движения планет Солнечной системы»

Цель: формирование и развитие компетенции *научного объяснения явлений* в ходе выполнения числовых расчетов, относящихся к движению планет Солнечной системы вокруг Солнца, и построения петель попятного движения планет Марс и Юпитер на небесной сфере с точки зрения земного наблюдателя.

Приборы и материалы.

1. Тексты расчетных и качественных заданий по тематике работы.
2. Арифметический калькулятор.

Время выполнения практической работы: 80 минут.

Рекомендации для обучающихся.

1. Все вычисления (числовые выражения) подробно записывайте в тетради для практических работ.
2. При сложных арифметических расчетах пользуйтесь калькулятором.
3. Используемые в расчетах числа переводите в те единицы, которые указаны в тексте задания.
4. Построение петель попятного движения Марса и Юпитера выполняйте, используя количественные соотношения между радиусами орбит, периодами обращения и скоростями Земли, Марса и Юпитера.

Методические пояснения для учителя.

Выполнение заданий данной практической работы предполагает в первую очередь формирование и развитие у обучающихся 2-х компонентов компетенции научного объяснения явлений: ***делать и научно обосновывать прогнозы о протекании процесса или явлении*** *и* ***распознавать, использовать и создавать объяснительные модели и представления****.*

Наряду с этим обучающиеся повторяют и / или узнают в качестве нового для них содержания разнообразные количественные характеристики движения планет Солнечной системы. При этом они в значительной степени упражняются в производстве расчетов, стараясь осуществить эти расчеты максимально рационально и за наименьшее время. Кроме этого, схематическое построение петли попятного движения планеты Марс с точки зрения земного наблюдателя обеспечивает понимание специфики движения планет на фоне звезд, не меняющих своего взаимного расположения.

Весьма существенным при выполнении школьниками заданий практической работы является и то, что они реализуют три компонента деятельности – ориентировочный, исполнительный и контрольный, в чем им организационно оказывает помощь и поддержку учитель.

Задание 1.

Используя приведенную ниже *частично заполненную* таблицу *заполните ее полностью*, выполнив следующие расчеты:

- переведите периоды обращения планет вокруг Солнца из земных лет в секунды, записав результат в стандартном виде с округлением до десятых;
- переведите среднее расстояние планет до Солнца из астрономических единиц в км, записав результат в стандартном виде с округлением до десятых;
- рассчитайте линейную скорость движения планет вокруг Солнца в км/с, записав результат с округлением до десятых.

Таблица (частично заполненная)
периодов обращения вокруг Солнца, средних расстояний от Солнца
и линейных скоростей движения больших планет Солнечной системы

Планета	Период обращения вокруг Солнца, T, лет	Период обращения вокруг Солнца, T, с	Среднее расстояние до Солнца, r, а.е.	Среднее расстояние до Солнца, r, км	Линейная скорость движения, v, км/с
Меркурий	0,24		0,39		
Венера	0,62		0,72		
Земля	1,00		1,00		
Марс	1,88		1,52		
Юпитер	11,86		5,20		
Сатурн	29,46		9,54		
Уран	84,02		19,19		
Нептун	164,80		30,07		

Поскольку расчеты для всех планет выполняются однотипные, то выработайте и опишите алгоритм перевода периодов обращения планет вокруг Солнца и средних расстояний планет до Солнца в требуемые единицы, а также алгоритм расчета линейных скоростей движения планет вокруг Солнца.

Все расчеты выполните в тетради для практических работ письменно.

Сделайте вывод о зависимости скорости движения планеты вокруг Солнца от расстояния планеты до Солнца.

Используйте результаты сделанных расчетов и полученного вывода для того, чтобы *спрогнозировать* хотя бы в самых общих чертах, что будет наблюдать с Земли астроном, изучающий движение Марса и Юпитера, то есть как, возможно, будут двигаться планеты Марс и Юпитер с точки зрения наблюдателя с Земли.

Методические пояснения для учителя.

Данное задание предполагает, в первую очередь, формирование у обучающихся умения ***делать и научно обосновывать прогнозы о протекании процесса или явления****, конкретно, в данном случае – на основе понимания количественного соотношения между скоростями планет Солнечной системы, между расстояниями планет от Солнца и периодами их обращения спрогнозиро-*

вать, хотя бы в общих чертах, какое движение Марса и Юпитера сможет увидеть наблюдатель с Земли.

В качестве вспомогательных действий будут выработаны алгоритмы осуществления расчетов, проделаны собственно расчеты, сделан вывод.

Ожидаемый правильный результат выполнения задания 4.

Алгоритм перевода периода обращения планет вокруг Солнца из земных лет в секунды с записью в стандартном виде: следует умножить число земных лет на количество секунд в году, то есть $60 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 365{,}25 = 3{,}15576 \cdot 10^7$ (с/год).

Алгоритм перевода среднего расстояния планет до Солнца из астрономических единиц в километры с записью в стандартном виде: следует умножить число астрономических единиц на величину одной астрономической единицы, выраженной в км, то есть на $1{,}496 \cdot 10^8$ км.

Алгоритм расчета линейных скоростей движения планет вокруг Солнца: следует расстояние в км и период в секундах подставить в формулу $v = 2\pi r / T$.

Таблица (заполненная полностью)
периодов обращения вокруг Солнца, средних расстояний от Солнца
и линейных скоростей движения больших планет Солнечной системы

Планета	Период обращения вокруг Солнца, T, лет	Период обращения вокруг Солнца, T, с	Среднее расстояние до Солнца, r, а.е.	Среднее расстояние до Солнца, r, км	Линейная скорость движения, v, км/с
Меркурий	0,24	$7{,}6 \cdot 10^6$	0,39	$5{,}8 \cdot 10^7$	47,9
Венера	0,62	$2{,}0 \cdot 10^7$	0,72	$1{,}1 \cdot 10^8$	34,5
Земля	1,00	$3{,}2 \cdot 10^7$	1,00	$1{,}5 \cdot 10^8$	29,4
Марс	1,88	$5{,}9 \cdot 10^7$	1,52	$2{,}3 \cdot 10^8$	24,5
Юпитер	11,86	$3{,}7 \cdot 10^8$	5,20	$7{,}8 \cdot 10^8$	13,2
Сатурн	29,46	$9{,}3 \cdot 10^8$	9,54	$1{,}4 \cdot 10^9$	9,5
Уран	84,02	$2{,}7 \cdot 10^9$	19,19	$2{,}9 \cdot 10^9$	6,7
Нептун	164,80	$5{,}2 \cdot 10^9$	30,07	$4{,}5 \cdot 10^9$	5,4

***Вывод** о зависимости скорости движения планеты вокруг Солнца от расстояния планеты до Солнца: чем дальше от Солнца расположена планета, тем меньше скорость ее движения по орбите вокруг Солнца.*

***Прогноз** того, как будут двигаться планеты Марс и Юпитер с точки зрения наблюдателя с Земли: поскольку скорость движения Марса и Юпитера меньше, чем скорость движения Земли, то движение Марса и Юпитера будет напоминать движение автомобилей, обгоняемых автомобилем «Земля». Но так как наблюдатель на Земле связывает систему отсчета с самим собой, то будет наблюдаться в общих чертах примерно следующее: сначала, когда Земля будет догонять Марс и / или Юпитер, наблюдатель будет видеть, что соответствующая планета смещаются в одну сторону, а когда Земля догонит планету и начнет ее обгонять, то наблюдатель будет видеть, что планета сме-*

щается в противоположную сторону. В итоге будет наблюдаться, условно говоря, «прямое» и «попятное» движение планет Марс и Юпитер на фоне звезд.

Задание 2.

В результате систематических длительных астрономических наблюдений с Земли за планетами Марс и Юпитер были отмечены следующие особенности движения названных планет:

- траектории движения Марса и Юпитера представляли собой петли;
- петлеобразная траектория Юпитера имела меньшие угловые размеры, чем петлеобразная траектория Марса;
- траектории планет представляли собой именно развернутые петли, а не просто двигались вперед-назад, как обгоняемые на прямой дороге автомобили.

Попытайтесь объяснить указанные особенности движения планет.

Для обоснованного объяснения постройте петли прямого и попятного движения Марса и Юпитера и сравните угловые размеры этих петель:

- нарисуйте схему, на которой обозначьте положение Солнца, орбиты Земли, Марса и Юпитера в форме окружностей с соблюдением реального соотношения расстояний этих планет до Солнца (см. таблицу задания 1, масштаб выберите самостоятельно);
- обозначьте и пронумеруйте от 6-ти до 10-ти соответствующих друг положений Земли, Марса и Юпитера, учитывая соотношение линейных скоростей движения этих планет вокруг Солнца (см. таблицу задания 1, масштаб выберите самостоятельно);
- чтобы петли получились следует рассмотреть примерно полугодовое движение Земли, то есть изобразить Землю, прошедшую примерно половину длины «своей» окружности.

Методические пояснения для учителя.

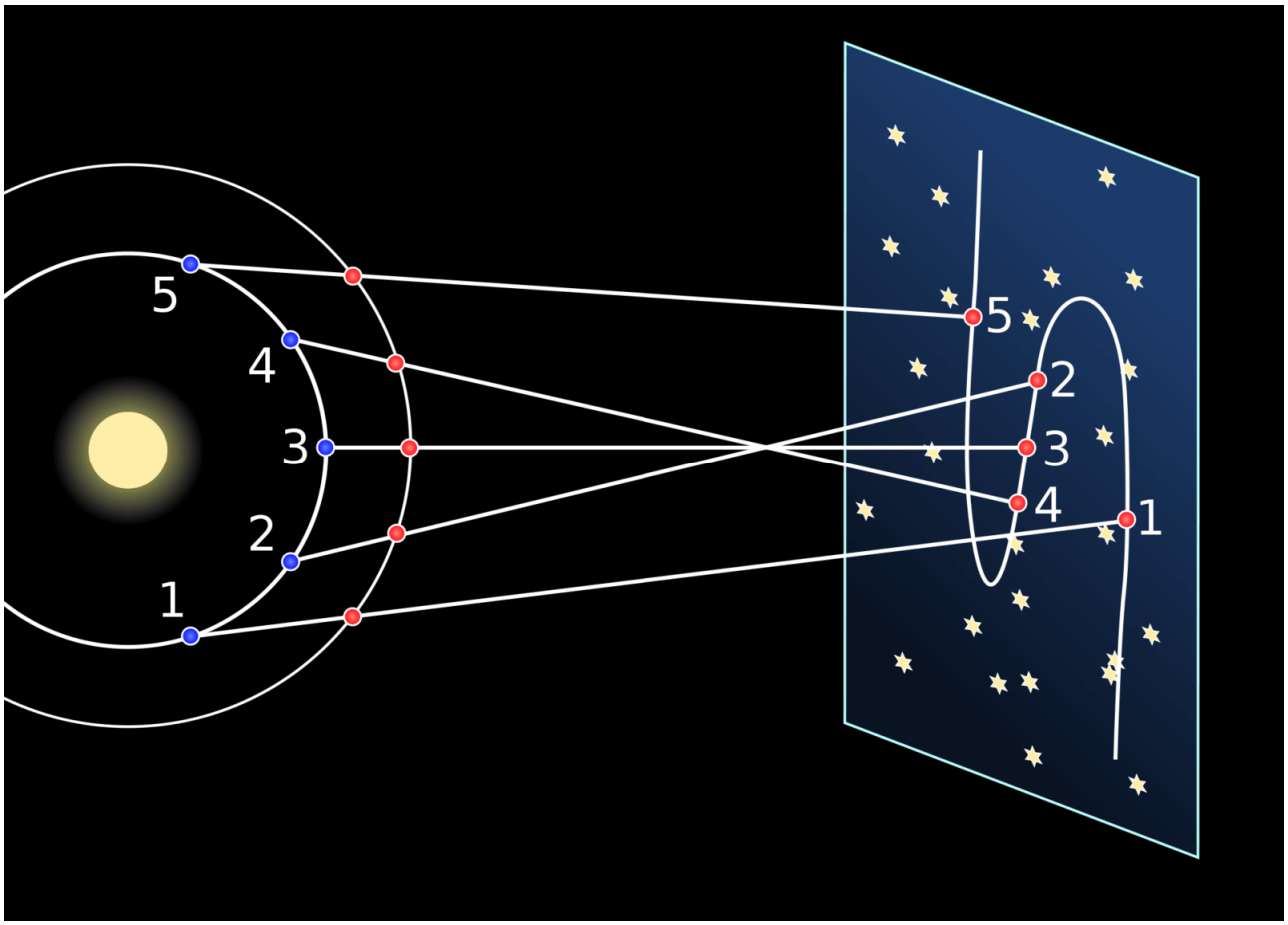
Данное задание предполагает формирование у обучающихся умения ***распознавать, использовать и создавать объяснительные модели и представления****, конкретно в данном случае – умения, по описанию нестандартной ситуации (результатов систематических длительных астрономических наблюдений за движением Марса и Юпитера), для которой ученик не имеет готового объяснения, преобразовать эту ситуацию (в явном виде или мысленно) или в типовую известную модель или в модель, в которой ясно прослеживаются нужные взаимосвязи (для этого в тексте задания даются рекомендации по преобразованию заданной ситуации в известную наглядную модель относительного движения Земли, Марса и Юпитера).*

Ожидаемый правильный результат выполнения задания 4.

Поскольку обучающимся ранее не приходилось строить петли движений планет, то построение первой из двух петель (для Марса) обучающиеся выполняют с определенной помощью учителя, содержание которой определяется уровнем подготовки конкретной учебной группы.

Примерный вид построения приводится на нижеследующем рисунке.

Построение второй петли (для Юпитера) обучающиеся выполняют самостоятельно и обязательно на том же самом рисунке и в том же самом масштабе, чтобы была возможность сравнения двух построенных петель.



Построенные петлеобразные траектории движения Марса и Юпитера позволяют ответить на вопросы задания:

- траектории движения планет имеют петлеобразный характер, потому что скорость движения Земли вокруг Солнца (29,4 км/с) превосходит скорости движения Марса (24,5 км/с) и Юпитера (13,2 км/с) и поэтому Земли сначала «догоняет» Марс или Юпитер, а потом «обгоняет» их, то есть происходящее объясняется относительностью движения;

- чем дальше планета от Земли, тем меньшие угловые размеры имеет петля, поэтому петлеобразная траектория Юпитера имеет меньшие угловые размеры, чем петлеобразная траектория Марса, что опять-таки объясняется относительностью движения, расстоянием до планет и соотношением линейных скоростей планет;

- наблюдателю с Земли петля траектории планеты видится развернутой, потому что плоскости орбит планет друг по отношению к другу несколько наклонены, то есть планеты движутся не в одной и той же плоскости (в этом случае наблюдалось бы просто движение планеты вперед-назад).

3.2. Практическая работа «Исследование процессов выхода из неравновесных состояний различных материальных систем»

Цель: формирование и развитие компетенции *научного объяснения явлений* в ходе исследования процессов выхода из неравновесных состояний открытых материальных систем с использованием ключевых понятий синергетики (бифуркации, самопроизвольное нарушение симметрии и другие).

Вспомогательные материалы.

1. Металлическая или пластмассовая линейка длиной 30 см.
2. Набор прямоугольных бумажных полосок длиной 10 см, шириной 1 см, с двумя поперечными надрезами одинаковой глубины примерно по 0,5 см на одинаковом расстоянии от краев в количестве 10 штук.
3. Раковина с пробкой (в кабинете физики или химии), являющаяся симметричной.

Время выполнения практической работы: 40 минут.

Рекомендации для обучающихся.

1. При ответах на вопросы зданий работы целесообразно ориентироваться на основные понятия синергетики, представленные в теоретической информации, предшествующей текстам заданий.

Методические пояснения для учителя.

Выполнение заданий данной практической работы предполагает в первую очередь формирование и развитие у обучающихся такого компонента компетенции научного объяснения явлений, как ***применение соответствующих естественнонаучных знаний для объяснения явлений****.*

Наряду с этим обучающиеся повторяют и / или узнают в качестве нового для них содержания синергетическое толкование процессов самоорганизации различных материальных систем с использованием соответствующих терминов – бифуркации, самопроизвольное нарушение симметрии, неравновесные состояния и других.

Весьма существенным в деятельности школьников является и то, что при выполнении заданий работы они реализуют три компонента деятельности – ориентировочный, исполнительный и контрольный, в чем им организационно оказывает помощь и поддержку учитель.

Теоретическая информация для выполнения заданий работы.

При ответах на вопросы заданий данной работы целесообразно использовать следующие основные понятия синергетики:

*- **самоорганизация** – это самопроизвольный (спонтанный) процесс перехода той или иной системы от неупорядоченного состояния к структурированному, упорядоченному;*

- ***открытыми*** *именуются системы, которые обмениваются с окружением (средой, другими системами) энергией и / или веществом;*

- ***нелинейными*** *называются системы, процессы самоорганизации в которых описываются нелинейными математическими уравнениями. Именно нелинейность приводит к тому, что в определенные моменты времени незначительные воздействия на систему могут оказать существенное влияние на ее дальнейшее развитие во времени;*

- ***свойства систем, способных к самоорганизации*** *– открытость, неравновесность, наличие в составе системы большого числа частиц, нелинейность;*

- ***бифуркация*** *(раздвоение) – неоднозначное развитие различных процессов, точнее, неоднозначная возможность такого развития;*

- ***точки бифуркации*** *– такие пространственно-временные состояния материальных систем, в которых под воздействием незначительных факторов система выбирает один из нескольких возможных путей развития;*

- *выбору одного из возможных путей развития предшествует* ***самопроизвольное нарушение симметрии****, то есть самопроизвольный «выбор» одного из двух или нескольких возможных путей развития, которые до выбора были равновероятны, симметричны, и осуществление выбора – это нарушение существовавшей до выбора симметрии.*

Задание 1.

Проделайте опыт, проверяющий закономерность или же случайность изгиба линейки под действием нагрузки.

Для этого один конец вертикально установленной линейки уприте в твердую поверхность (стол), а на верхний конец линейки надавите горизонтально расположенной ладонью. Увеличивая постепенно силу давления на верхний конец линейки дождитесь, когда линейка изогнется дугой в ту или иную сторону. Повторите этот опыт до 10 раз, всякий раз отмечая, в какую сторону изогнулась линейка (например, влево или вправо).

При повторении опытов проследите за тем, чтобы линейка не была изогнутой, то есть чтобы у нее не было остаточной деформации после предыдущего опыта.

Объясните происходящее, ответив последовательно на следующие вопросы.

1. Изгибы линейки являются закономерно одинаковыми, происходящими всякий раз в одну и ту же сторону, или же случайными, происходящими как в одну, так и в другую сторону?

2. Чем является пространственно-временное состояние линейки непосредственно перед изгибом в ту или другую сторону?

3. Что именно нарушается, когда линейка при строго вертикальном давлении на нее строго горизонтальной ладонью прогнется в ту или иную сторону?

4. Что именно влияет на то, в какую сторону прогнется линейка, если вы давите на нее строго вертикально и строго горизонтальной ладонью?

5. Почему вам удается повлиять на направление изгиба линейки, если вы этого целенаправленно хотите?

Запишите ответы на вопросы в тетради для практических работ.

Методические пояснения для учителя.

Данное задание предполагает формирование у обучающихся умения ***применить соответствующие естественнонаучные знания для объяснения явления****, конкретно в данном случае – умения при воспроизводстве достаточно стандартной ситуации случайного направления изгиба вертикально стоящей линейки под действием нагрузки использовать для объяснения этой ситуации напрямую программный материал из области синергетики.*

Ожидаемый правильный результат выполнения задания 1.

Примерные ответы на поставленные в задании вопросы.

1. Результаты 10-ти опытов дают основания для утверждения о том, что направления изгибов линейки являются существенно случайными, так как никакой закономерности в направлении изгибов не наблюдается.

2. Пространственно-временное состояние линейки непосредственно перед изгибом в ту или другую сторону является точкой бифуркации, из которой линейка «выходит» случайным образом, изгибаясь в одном из двух возможных направлений.

3. Когда линейка при строго вертикальном давлении на нее строго горизонтальной ладонью прогнется в ту или иную сторону, то происходит самопроизвольное нарушение симметрии, то есть линейка самопроизвольно «выбирает», в какую сторону ей изогнуться при том, что в точке бифуркации возможности изгибов в обе стороны равновероятны, симметричны.

4. На то, в какую сторону прогнется линейка, если на нее давить строго вертикально и строго горизонтальной ладонью, могут влиять различные случайные факторы: неоднородность самой линейки; отклонение расположения линейки от строго вертикального положения; отклонение давящей на линейку ладони от строго горизонтального положения; отклонение направления давления на линейку от строго вертикального направления.

5. Если мы целенаправленно хотим повлиять на направление изгиба линейки, то нам это удается, поскольку мы в состоянии регулировать направление давления на линейку.

Задание 2.

Проделайте опыт, проверяющий закономерность разрыва бумажной полоски, имеющей два одинаковых поперечных надреза.

Для выполнения опыта используйте 10 заранее изготовленных полосок. Берите каждую полоску двумя руками за оба конца и тяните в разные стороны до разрыва. По результатам опытов ответьте на вопросы.

1. На сколько частей разрываются полоски?

2. Чем является пространственно-временное состояние полоски бумаги непосредственно перед разрывом по надрезам с той или другой стороны?

3. Что именно и почему нарушается, когда полоска бумаги при одинаковом усилии слева и справа разрывается с какой-то одной стороны?

4. Что именно влияет на то, с какой стороны разорвется полоска бумаги при одинаковом усилии на ее разрыв слева и справа?

5. Можно ли тому, кто разрывает полоску бумаги повлиять на то, с какой стороны разорвется полоска бумаги? Если – можно, то – как? Если – нет, то – почему?

Запишите ответы на вопросы в тетради для практических работ.

Методические пояснения для учителя.

Данное задание предполагает формирование у обучающихся умения ***применить соответствующие естественнонаучные знания для объяснения явления****, конкретно в данном случае – умения при воспроизводстве достаточно стандартной ситуации разрыва бумажных полосок с одинаковыми надрезами, использовать для объяснения этой ситуации напрямую программный материал из области синергетики.*

Ожидаемый правильный результат выполнения задания 2.

Примерные ответы на поставленные в задании вопросы.

1. Результаты 10-ти опытов дают основания для утверждения о том, что всякий раз полоски разрываются только на две части, никаких других результатов не наблюдается.

2. Пространственно-временное состояние полоски бумаги непосредственно перед разрывом по надрезам с той или другой стороны является точкой бифуркации, из которой полоска «выходит», с одной стороны, закономерно, разрываясь всегда на две части, а, с другой – случайным образом, разрываясь с одной из сторон, которую заранее предсказать невозможно.

3. Когда полоска бумаги при одинаковом усилии слева и справа разрывается с какой-то одной стороны, то происходит самопроизвольное нарушение симметрии, то есть полоска бумаги самопроизвольно «выбирает», с какой стороны ей разорваться при том, что в точке бифуркации возможности разрыва с той или с другой стороны равновероятны, симметричны.

4. На то, с какой стороны разорвется полоска бумаги при одинаковом усилии на ее разрыв слева и справа (одинаковость усилий объясняется действием третьего закона Ньютона), могут влиять различные случайные факторы: неоднородность самой бумажной полоски; незначительное различие в глубине «одинаковых» надрезов на полоске; незначительное различие в расстояниях надрезов от краев полоски.

5. Тому, кто разрывает полоску, повлиять на то, с какой стороны разорвется полоска, невозможно, так как единственное действие, которое может регулировать разрывающий полоску – это усилие, направленное на разрыв, а это усилие обязательно будет одинаковым с каждой стороны в соответствии с третьим законом Ньютона.

Задание 3.

Проделайте опыт по вытеканию воды из раковины через сливное отверстие, пользуясь раковиной с пробкой в кабинете физики или химии. Раковина должна быть симметричной: должна существовать вертикальная плоскость, проходящая через центр сливного отверстия, относительно которой раковина зеркально-симметрична.

Для опыта надо, заткнув сливное отверстие пробкой, наполнить раковину слоем воды примерно 8-12 см. Следует дождаться, когда вода в раковине полностью успокоится и очень осторожно, строго по вертикали открыть пробку. В процессе вытекания воды образуется воронка, и вода начнет закручиваться. Проделайте опыт 3-5 раз и всякий раз определяйте направления закручивания воды в воронке – по часовой стрелке, или же против часовой стрелки. Проделав опыты, ответьте на вопросы.

1. В каком направлении закручивается вода в воронке в каждом опыте – по часовой стрелке или против часовой стрелки?

2. Чем является пространственно-временное состояние выливающейся из раковины воды при появлении воронки?

3. Что именно и почему нарушается, когда вода в воронке закручивается в определенную сторону?

4. Как вы думаете, что влияет на направление закручивания воды в воронке?

5. Можно ли повлиять на то, в какую сторону будет закручиваться вода в воронке? Если – можно, то – как? Если – нет, то – почему?

Запишите ответы на вопросы в тетради для практических работ.

Методические пояснения для учителя.

Данное задание предполагает формирование у обучающихся умения ***применить соответствующие естественнонаучные знания для объяснения явления****, конкретно в данном случае – умения при воспроизводстве достаточно стандартной ситуации слива воды, наполнявшей раковину, объяснить направление закручивания воды в образующейся при сливе воронке.*

Ожидаемый правильный результат выполнения задания 2.

Примерные ответы на поставленные в задании вопросы.

1. В каждом опыте вода закручивалась в одном и том направлении – по часовой стрелке.

2. Пространственно-временное состояние массы воды в раковине непосредственно перед началом слива является точкой бифуркации, из которой вода «выходит» закономерно, закручиваясь в воронке всякий раз только по часовой стрелке

3. Когда, выходя из раковины, вода закручивается по часовой стрелке, то происходит самопроизвольное нарушение симметрии, то есть масса воды самопроизвольно «выбирает», что будет закручиваться по часовой стрелке, при том, что в точке бифуркации возможности закручивания воды в воронке по часовой стрелке или против часовой стрелки равновероятны, симметричны.

4. На то, что в каждом опыте вода закручивается только по часовой стрелке, влияет то, что мы ведем наблюдение в северном полушарии Земли: вращение Земли, с точки зрения наблюдателя в северном полушарии, происходит с запада на восток, то есть против часовой стрелки, что и предопределяет направление закручивание воды в воронке по часовой стрелке.

5. Повлиять на направление закручивания воды в воронке можно одним из следующих действий: перенести наблюдение в южное полушарие, тогда вода будет закручиваться против часовой стрелки; проводить опыт в несимметричной раковине, форма которой обеспечивает закручивание воды в произвольном направлении, исключающем влияние Земли (правда, это весьма проблематично).

3.3. Практическая работа «Источник энергии звезд и зависимость времени их жизни от их массы»

Цель: формирование и развитие компетенции *научного объяснения явлений* в ходе выполнения числовых расчетов энергетического выхода ядерных реакций, происходящих в недрах звезд, числовых расчетов макроскопического выделения энергии при этих реакциях, сопоставления выделяющейся при термоядерных реакциях энергии с энергией, выделяющейся при сжигании обычного топлива, а также при прогнозировании времени жизни звезд различной массы.

Приборы и материалы.

1. Тексты качественных и расчетных заданий по тематике работы.
2. Арифметический калькулятор.

Время выполнения практической работы: 40 минут.

Рекомендации для обучающихся.

1. Все вычисления (числовые выражения) подробно записывайте в тетради для практических работ.
2. При сложных арифметических расчетах пользуйтесь калькулятором.
3. Все числа до расчетов и после расчетов представляйте в стандартном виде и обязательно переводите в единицы СИ, за исключением особых указаний в отдельных заданиях

Методические пояснения для учителя.

Выполнение заданий данной практической работы предполагает в первую очередь формирование и развитие у обучающихся таких 2-х компонентов компетенции научного объяснения явлений, как ***применение соответствующих естественнонаучных знаний для объяснения явлений*** *и* ***научное обоснование прогнозов протекания процессов или явлений.***

Наряду с этим обучающиеся повторяют и / или узнают в качестве нового для них содержания каковы процессы, происходящие в звездах, какие микрочастицы принимают участие в этих процессах, осваивают энергетическое описание этих процессов, осознают их энергетический масштаб, а также выясняют, как связана масса звезды с временем ее жизни.

Весьма существенным в деятельности школьников является и то, что при выполнении заданий работы они реализуют три компонента деятельно-

сти – ориентировочный, исполнительный и контрольный, в чем им организационно оказывает помощь и поддержку учитель.

Теоретическая информация для выполнения заданий 1 и 2.

Этап эволюции всякой звезды после ее происхождения (то есть начала термоядерных реакций в ее недрах) и до ее гибели (то есть прекращения термоядерных реакций в ее недрах) характеризуется тем, что в недрах звезды протоны превращаются в ядра гелия. Названная ядерная реакция может быть представлена нижеприведенной цепочкой реакций:

$$^{1}_{1}H + ^{1}_{1}H \rightarrow ^{2}_{1}H + e^{+} + \nu + 0{,}42 \text{ МэВ}$$

$$^{2}_{1}H + ^{1}_{1}H \rightarrow ^{3}_{2}He + \gamma + 5{,}49 \text{ МэВ}$$

$$^{3}_{2}He + ^{3}_{2}He \rightarrow ^{4}_{2}He + 2^{1}_{1}H + 12{,}86 \text{ МэВ}$$

Та энергия, которая выделяется в каждой из записанных реакций, выражена в МэВ – мегаэлектронвольтах, несистемных единицах энергии, используемых в ядерной физике. Связь этих единиц с единицами СИ: 1 эВ = $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Дж, «мега» означает 10^{6}.

При сжигании 1 кг обычного бензина выделяется $4{,}6 \cdot 10^{7}$ Дж.

В цепочке из трех приведенных реакций четыре протона превращаются в одно ядро гелия. В 1 г водорода приблизительно 1 моль атомарного водорода, то есть $6 \cdot 10^{23}$ протонов.

Задание 1.

Используя записанные выше три ядерных реакции с указанием их энергетического выхода, выполните следующие действия:

1) выпишите обозначения и названия всех используемых в записи реакций символов по образцу: ***ν* – нейтрино;**

2) осуществите перевод 1 МэВ (1 мегаэлектронвольт) в джоули (Дж);

3) вычислите общий энергетический выход цепочки из 3-х реакций в джоулях;

4) на основе полученных результатов объясните происхождение излучаемой звездами энергии.

Запишите ответы на все пункты задания 1 и вычисления к заданию 1 в тетради для практических работ.

Методические пояснения для учителя.

Данное задание предполагает формирование у обучающихся умения ***применить соответствующие естественнонаучные знания для объяснения явления****, конкретно в данном случае – умения по заданным уравнениям ядерных реакций на основе результатов выполненных числовых расчетов объяснить происхождение излучаемой звездами энергии.*

Ожидаемый правильный результат выполнения задания 1.

1. Обозначения и названия всех используемых в записи реакций символов:

$^{1}_{1}H$ – протон, ядро атома водорода;

$^{2}_{1}H$ – дейтрон, ядро атома тяжелого водорода (изотопа водорода);
e^{+} - позитрон, античастица электрона;
ν – нейтрино;
$^{3}_{2}He$ – ядро изотопа гелия с одним нейтроном;
γ – гамма-квант, частица электромагнитного поля;
$^{4}_{2}He$ – ядро изотопа гелия с двумя нейтронами (альфа-частица).
2. 1 МэВ = $1,6 \cdot 10^{-13}$ Дж.
3. Общий энергетический выход цепочки из трех ядерных реакций:
$1,6 \cdot 10^{-13}$ Дж · (0,42 + 5,49 + 12,86) = $3,0 \cdot 10^{-12}$ Дж.
4. Происхождение излучаемой звездами энергии объясняется тем, что в ходе термоядерных реакций в недрах звезд выделяется значительная энергия в каждой из происходящих термоядерных реакций.

Задание 2.

Используя результаты задания 1 и теоретическую информацию для выполнения заданий 1 и 2, рассчитайте, сколько энергии выделяется при превращении в гелий одного грамма водорода. Оцените, сколько бензина нужно сжечь для получения такой же энергии.

На основе полученных результатов объясните огромную величину излучаемой звездами энергии.

Запишите все вычисления к заданию 2 и пояснения к этим вычислениям в тетради для практических работ.

Методические пояснения для учителя.

Данное задание предполагает формирование у обучающихся умения ***применить соответствующие естественнонаучные знания для объяснения явления****, конкретно в данном случае – умения на основе результатов выполненных числовых расчетов объяснить огромную величину излучаемой звездами энергии.*

Ожидаемый правильный результат выполнения задания 1.

Прежде всего следует иметь в виду, что каждая «четверка» протонов дает выделение $3,0 \cdot 10^{-12}$ Дж энергии.

Затем надо вычислить, сколько таких «четверок» содержится в 1 г водорода: разделив число Авогадро на 4, получим $1,5 \cdot 10^{23}$ «четверок» протонов в 1 г водорода.

Следовательно, при превращении в гелий всего только 1 г водорода выделится $3,0 \cdot 10^{-12} \cdot 1,5 \cdot 10^{23} = 4,5 \cdot 10^{11}$ Дж энергии.

Для получения такой же энергии потребуется сжечь приблизительно 10 тонн бензина.

Учитывая, что в недрах звезд реагируют многие миллионы тонн водорода, можно понять, почему излучаемая звездами энергия столь огромна.

Задание 3.

Все звезды существуют до тех пор, пока в их недрах происходят термоядерные реакции. Мир звезд чрезвычайно разнообразен и одной из важнейших

характеристик звезд является их масса. Оказывается, как это установлено учеными-астрономами, существует связь массы звезды с временем ее «жизни».

Используя данные приведенной ниже таблицы, оцените (то есть назовите приблизительное значение) время жизни Солнца, время жизни звезды, масса которой вдвое меньше массы Солнца и время жизни звезды, масса которой в 10 раз больше массы Солнца. Опишите рассуждения, приводящие вас к результатам оценивания (то есть, к научно обоснованному прогнозу).

Сделайте вывод о связи массы звезды с временем ее жизни.

Таблица соответствия массы звезд и времени их жизни

Масса звезды (в массах Солнца)	Время жизни звезды, лет
17	$8 \cdot 10^{6}$
6,3	$8 \cdot 10^{7}$
3,2	$4 \cdot 10^{8}$
1,9	$2 \cdot 10^{9}$
1,5	$4 \cdot 10^{9}$
1,3	$6 \cdot 10^{9}$
1,02	$1{,}1 \cdot 10^{10}$
1,00	$1{,}3 \cdot 10^{10}$
0,91	$1{,}7 \cdot 10^{10}$
0,74	$2{,}8 \cdot 10^{10}$
0,54	$7{,}0 \cdot 10^{10}$

Результаты оценок возраста звезд, рассуждения, приводящие вас к результатам оценивания и сделанный вывод о связи массы звезды с временем ее жизни, запишите в тетради для практических работ.

Методические пояснения для учителя.

Данное задание предполагает формирование у обучающихся умения ***делать и научно обосновывать прогнозы о протекании процесса или явления****, конкретно, в данном случае – на основе понимания причин, определяющих возраст звезды (в зависимости от ее массы), обосновать продолжительность жизни звезд, массы которых прямо не указаны в используемой таблице.*

Ожидаемый правильный результат выполнения задания 3.

Время жизни Солнца непосредственно имеется в таблице – это $1{,}3 \cdot 10^{10}$ лет или 13 млрд. лет.

Время жизни звезды, масса которой составляет 0,54 массы Солнца равна $7{,}0 \cdot 10^{10}$ лет или 70 миллиардов лет, следовательно, время жизни звезды масса которой вдвое меньше массы Солнца, больше 70-ти млрд. лет и дать более точный ответ невозможно.

Время жизни звезды, масса которой равна 6,3 массы Солнца составляет $8 \cdot 10^{7}$ лет или 80 миллионов лет, а время жизни звезды, масса которой составляет 17 масс Солнца, составляет $8 \cdot 10^{6}$ лет или 8 миллионов лет. Следовательно, время жизни звезды, масса которой в 10 раз больше массы Солнца, находится в промежутке между 8-ью млн лет и 80-ью млн лет. Опираясь на имеющуюся таблицу дать более точный ответ невозможно.

По данным таблицы можно однозначно проследить, что чем больше масса звезды, тем меньше время ее жизни.

4. Заключение

Данный сборник дидактического материала был успешно апробирован в 10-х классах Негосударственного (частного) общеобразовательного учреждения (НОУ) гимназии «Школа бизнеса».

В процессе апробации полностью подтвердились наши предположения о том, что при выполнении предлагаемых в сборнике практических работ у обучающихся формируется и развивается такая компетенция естественнонаучной грамотности, как *научное объяснений явлений*.

При этом формирование и развитие компетенции носит комплексный характер, так как каждая практическая работа включает в себя различные по характеру учебные задания.

В то же время учитель получает возможность, наблюдая за деятельностью обучающихся и изучая продукты их деятельности, оценивать сформированность у них конкретной (заглавной) компетенции естественнонаучной грамотности.

Спектр подобных практических работ может быть расширен и дополнен работами, в рамках которых целенаправленно формируются и другие компетенции естественнонаучной грамотности:

- понимание особенностей естественнонаучного исследования;
- интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов.

5. Список информационных источников

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 17 мая 2012 г. № 413) с изменениями и дополнениями от: 29 декабря 2014 г., 31 декабря 2015 г., 29 июня 2017 г., 24 сентября, 11 декабря 2020 г., 12 августа 2022 г.
3. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 12 августа 2022 г. № 732 «О внесении изменений в ФГОС СОО, утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 17 мая 2012 г. № 413.
4. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утвержденный приказом Министерства просвещения РФ от 31 мая 2021 года № 287 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования».
5. Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по основным общеобразовательным программам – образовательным программам начального общего, основного общего и среднего общего образования, утвержденный приказом Министерства просвещения РФ от 22.03.2021 г. № 115.
6. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 г. № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
7. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 г. № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».
8. Приказ Министерства образования и науки РФ, Министерства просвещения РФ от 30.06.2020 г. № 845 / 369 «Об утверждении Порядка зачета организацией, осуществляющей образовательную деятельность, результатов освоения обучающимися учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, дополнительных образовательных программ в других организациях, осуществляющих образовательную деятельность».
9. Приказ Министерства просвещения РФ от 23.11.2022 г. № 1014 «Об утверждении федеральной образовательной программы среднего общего образования».
10. Приказ Министерства просвещения РФ от 16.11.2022 г. № 993 «Об утверждении федеральной образовательной программы основного общего образования».
11. Приказ Министерства просвещения РФ от 27 июля 2022 г. № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».
12. Письмо Министерства просвещения РФ от 05.07.2022 г. № ТВ – 129 / 03 «О направлении методических рекомендаций».
13. Естествознание. 10 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый уровень / [И.Ю. Алексашина, К.В. Галактионов, И.С. Дмитриев и др.]; под ред. И.Ю. Алексашиной. – 2-е изд., испр. – М.: Просвещение, 2016. – 272 с.: ил. – (Лабиринт).