

Исследовательский проект

Тема: Что такое шаровая молния?

Предмет: физика

Автор проекта: Другов Ярослав,
ученик 11 класса,

Научный руководитель:
Татьяна Дмитриевна Козолуп,
учитель физики

г.Дальнереченск
2023 г.

Содержание

Введение.....	3
1 Основные сведения о шаровой молнии.....	4-7
1.1. Открытие шаровой молнии.....	4-5
1.2. Некоторые гипотезы о природе шаровой молнии.....	5-6
1.3. Свойства шаровой молнии.....	6-7
1.4. Способность шаровой молнии.....	7
1.5. Последствия шаровой молнии.....	7
2 Исследование шаровой молнии	
2.1. Энергия шаровой молнии.....	8
2.2. Практическое обоснование проблемы шаровой молнии.....	8-9
2.3. Паспорт шаровой молнии.....	10
2.4. Правила безопасности при встрече с шаровой молнией	11
3. Заключение.....	12
4. Список использованной литературы.....	12

Введение

Шаровая молния - это одиночная, ярко светящаяся, относительно стабильная небольшая масса, которая наблюдается в атмосфере, плавающая в воздухе и перемещающаяся вместе с потоками воздуха.

Это явление до конца не изучено, но активно изучается. На сегодняшний день ясно, что шаровая молния - просто красочное атмосферное явление, проявление атмосферного электричества, и для его объяснения не потребуется привлечение каких-либо кардинально новых физических концепций.

Актуальность: Шаровая молния – одно из интереснейших явлений природы, о котором мало кто знает что-либо. Шаровая молния может представлять опасность, и важно знать, как действовать при встрече с ней.

Цель исследования: Изучение природы шаровой молнии и её влияния на человека.

Задачи исследования:

1. Узнать, что представляет собой шаровая молния.
2. Рассмотреть, какие исследования ведутся учёными в изучении шаровой молнии.
3. Выяснить, какие меры безопасности следует соблюдать при встрече с шаровой молнией.

Гипотеза: Шаровая молния непрерывно получает энергию извне и после своего возникновения становится самостоятельно существующим объектом.

1 Основные сведения о шаровой молнии

1.1. Открытие шаровой молнии

Систематическое изучение шаровых молний началось с отрицания их существования: в начале XIX века все известные к тому времени разрозненные наблюдения были признаны либо мистикой, либо в лучшем случае оптической иллюзией.

Но уже в 1838 году в «Ежегоднике» французского бюро географических долгот был опубликован обзор, составленный знаменитым астрономом и физиком Домиником Франсуа Араго.

Основываясь на известных тогда описаниях шаровых молний, Араго пришел к выводу, что многие из этих наблюдений нельзя считать иллюзией.

За 137 лет, прошедших с момента выхода в свет обзора Араго, появились новые свидетельства очевидцев, фотографии. Были созданы десятки теорий, экстравагантных, остроумных, таких, которые объясняли некоторые известные свойства шаровой молнии, и таких, которые не выдерживали элементарной критики.

С точки зрения физики шаровая молния – интереснейшее явление природы. В первой половине 19 века французский ученый физик Д.Араго собрал сведения о 30 случаях наблюдения шаровой молнии. Статистика небольшая, но многие ученые 19 века, включая Кельвина и Фарадея, были склонны считать, что это или оптическая иллюзия, или явление неэлектрической природы. С тех пор количество и качество сообщений возросло; сейчас задокументировано уже около 10 тысяч случаев наблюдения шаровой молнии.

Нет ни одного случая искусственного получения шаровой молнии, подобной природной, в лабораторных условиях. Прежде всего, поскольку в появлении шаровых молний прослеживается явная связь с другими проявлениями атмосферного электричества (например, обычной молнией), то большинство опытов проводилось по следующей схеме: создавался газовый разряд (а свечение газового разряда - вещь известная), и затем искались условия, когда светящийся разряд мог бы существовать в виде сферического тела. Исследователи могли получать кратковременные газовые разряды сферической формы, жившие максимум несколько секунд. Однако остаётся открытым вопрос о связи этих разрядов с той шаровой молнией, которая встречается в природе.

Вот несколько примеров.

«После сильного удара грома в открытую дверь влетела бело-голубая шарообразная масса диаметром 40 см и начала быстро двигаться по комнате. Она подкатилась под табурет, на котором я сидела. И хотя она оказалась у моих ног, тепла я не ощутила. Затем шаровая молния притянулась к батарее и исчезла с резким шипением. Она оплавилась участок батареи диаметром 6 мм, оставив лунку глубиной 2 мм.»

Ночью людей разбудила начавшаяся гроза. И тут произошло невероятное. Молния высокогорной палатки неожиданно сама собой расстегнулась, и в нее медленно вплыл светящийся голубой шарик. Проснувшиеся альпинисты оцепенели и не могли пошевелить даже пальцем. Шарик прокатился по спальному мешку одного из них, и тот сразу потерял сознание. Вдруг шарик стал быстро увеличиваться в размерах, одновременно меняя окраску. Он становился белым, желтым, оранжевым..., затем ослепительная вспышка заполнила палатку.

Восходителям повезло. Утром из расположенной на седле Эльбруса хижины пришли спасатели и обнаружили четверых потерявших сознание альпинистов. Серьезно пострадали только двое: у девушки расплавилась золотая цепочка на шее, а у одного из мужчин - обручальное кольцо на пальце.

1.2. Некоторые гипотезы о природе шаровой молнии

Гипотеза Капицы: между облаками и землёй возникает стоячая электромагнитная волна, и когда она достигает критической амплитуды, в каком-либо месте (чаще всего, ближе к земле) возникает пробой воздуха, образуется газовый разряд. В этом случае шаровая молния оказывается как бы «нанизана» на силовые линии стоячей волны и будет двигаться вдоль проводящих поверхностей. Стоячая волна тогда отвечает за энергетическую подпитку шаровой молнии.

Принципиально другую гипотезу предлагает Смирнов, занимающийся проблемой шаровой молнии много лет. В его теории ядро шаровой молнии – это переплетённая ячеистая структура, нечто вроде аэрогеля, которая обеспечивает прочный каркас при малом весе. Только нити каркаса – это нити плазмы, а не твердого тела. И энергетический запас шаровой молнии целиком скрывается в огромной поверхностной энергии такой микропористой структуры. Термодинамические расчеты на основе этой модели, в принципе, не противоречат наблюдаемым данным.

Ещё одна теория объясняет всю совокупность наблюдаемых явлений термохимическими эффектами, происходящими в насыщенном водяном паре в присутствии сильного электрического поля. Энергетика шаровой молнии здесь определяется теплотой химических реакций с участием молекул воды и их ионов. Автор теории уверен, что она дает чёткий ответ на загадку шаровой молнии.

Интересную гипотезу предлагает профессор Самарского аэрокосмического университета. По его мнению, шаровая молния представляет собой сгусток низкотемпературной радиоактивной плазмы, возникающий в процессе β -распада ядер радиоактивного фосфора в связанное состояние. Другими словами, первопричины возникновения ШМ лежат вне физики электрического разряда в газах.

1.3. Свойства «типичной» шаровой молнии

В 1973 году были опубликованы свойства "типичной" шаровой молнии, основанные на анализе статистики наблюдений:

- появляется одновременно с разрядом молнии в землю;
- имеет сферическую, сигарообразную или дисковую форму с неровными краями, как бы, даже "пушистыми";
- диаметр от одного сантиметра до метра;
- яркость свечения приблизительно как 100-200 ваттная электрическая лампочка, днем ее видно хорошо;
- цвета самые разные, бывают даже черного цвета, но в основном – желтые, красные, оранжевые;
- существуют от одной секунды до нескольких минут, 15-20 секунд самое распространенное время;
- как правило, куда-то двигаются (вверх, вниз, чаще – прямо) со скоростью до пяти метров в секунду, но могут и просто висеть в воздухе, иногда вращаются вокруг своей оси;
- тепла практически не излучают, будучи "холодными" (на ощупь, что ли, пробовали?), но тепло может выделяться при взрыве (газовых труб);
- некоторые притягиваются к проводникам – железным заборам, автомобилям, трубопроводам (газовым, и взрываются с выделением тепла), а некоторые просто проходят сквозь любую материю;
- при исчезновении могут уйти тихо, без шума, а могут громко, с хлопком;
- после себя часто оставляют запах серы, озона или оксидов азота.

Фазы молнии.

Шаровая молния имеет достаточно четкую поверхность, отграничивающую вещество молнии от окружающей ее воздушной среды. Это типичная граница раздела двух разных фаз. Наличие такой границы говорит о том, что вещество молнии находится в особом фазовом состоянии. В отдельных случаях на поверхности молнии начинают плясать язычки пламени, из нее выбрасываются снопы искр.

1.4 Способность шаровой молнии

Шаровая молния может двигаться по весьма причудливой траектории. Вместе с тем в ее движении обнаруживаются определенные закономерности. Во-первых, возникнув где-то вверху, в тучах, она опускается поближе к поверхности земли. Во-вторых, оказавшись у поверхности земли, она движется далее почти горизонтально, обычно повторяя рельеф местности. В-третьих, молния, как правило, обходит, огибает проводящие ток объекты и, в частности, людей. В-четвертых, молния обнаруживает явное «желание» проникать внутрь помещений.

Шаровая молния способна проникать в отверстия намного меньшее по диаметру чем сама шаровая молния. Таким образом, молния диаметром 50 см может проникнуть в щель диаметром всего несколько миллиметров. Она отлично деформируется и восстанавливает свою форму.

1.5. Последствия шаровой молнии

Конечно, она опасна. Вообще же встречи с естественной шаровой молнией, как правило, заканчиваются без трагических последствий. Из проведенного опроса выяснилось, что из полутора тысяч писем лишь в пяти сообщалось о смертельном исходе.

Чаще всего шаровая молния обходит стороной. В отдельных случаях даже прямое прикосновение молнии не причиняло никакого вреда; в других случаях такое прикосновение давало ожоги, хотя и болезненные, но отнюдь не смертельные. Следовательно, температура на поверхности молнии невысока - она либо соответствует обычной температуре, либо немного превышает ее (по - видимому, не более чем на 100 К). Внутри шаровой молнии температура выше, чем на ее поверхности, однако вряд ли она превышает 300...400°С.

Можно утверждать, что опасность шаровой молнии преувеличена . Как показывает практика, куда более опасна линейная молния.

2 Исследование шаровой молнии

2.1. Энергия шаровой молнии

Оценить минимальное количество энергии в шаровой молнии можно по тем последствиям, которые она оставляет после своего исчезновения. Воспользуемся сообщением одного из наблюдателей: «Она оплавил участок батареи диаметром 6 мм, оставив лунку глубиной 2 мм».

Значит, молния испарила около 0,45 г железа. Для этого требуется энергия, равная 4 кДж. Естественно, что не вся (и наверное, далеко не вся) энергия шаровой молнии была израсходована на испарение небольшого участка батареи, так что полученный результат можно рассматривать всего лишь как оценку нижней границы энергии: эта энергия оказывается не меньше нескольких килоджоулей.

В одном из писем сообщалось, что шаровая молния диаметром 30 см расщепила торчащую из воды деревянную сваю диаметром 30 см вдоль волокон на длинные щепки.

Следовательно, энергия, запасенная в шаровой молнии диаметром 25 см, находится в пределах 100кДж. Такая оценка представляется вполне правдоподобной: она согласуется с результатами, полученными на основании большого количества наблюдений шаровой молнии.

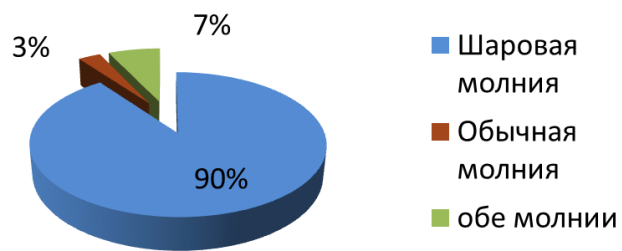
В спокойном состоянии от шаровой молнии исходит необычно мало тепла, а во время взрыва высвободившаяся энергия иногда разрушает или опаливает предметы, испаряет воду.

2.2. Практическое обоснование проблемы шаровой молнии

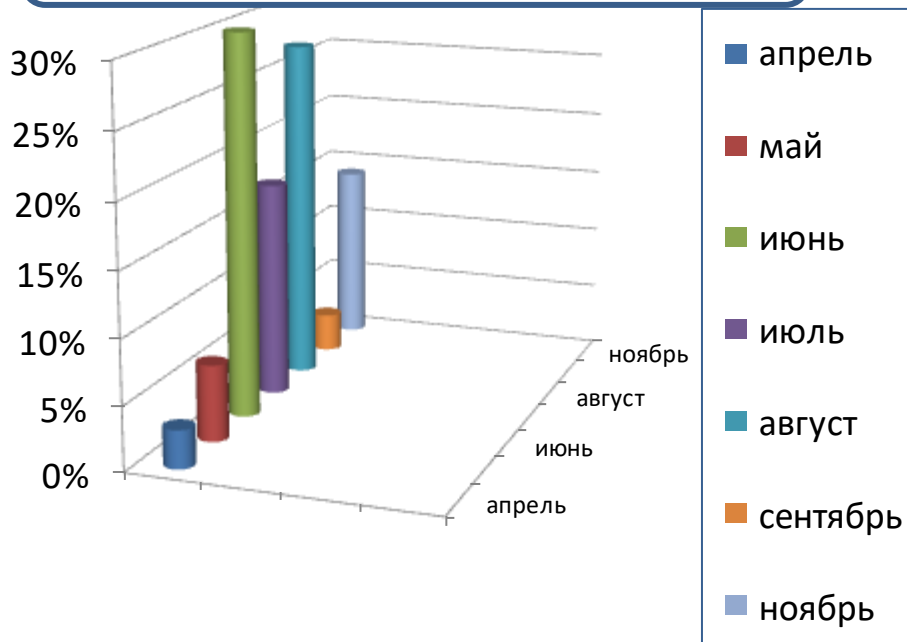
В ходе исследования меня заинтересовал вопрос, что знают о шаровой молнии учащиеся школы. В связи с этим был проведен опрос учеников.



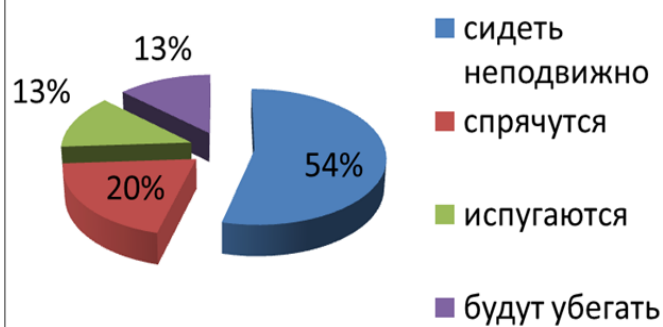
Что, по вашему мнению, опаснее - шаровая молния или обычная?



Как вы думаете, в каком месяце чаще всего появляется шаровая молния?



Что вы будете делать, если к вам в дом залетит шаровая молния?



2.3. Паспорт шаровой молнии

Для того чтобы зафиксировать все, что я узнал о шаровой молнии, мною была разработана форма записи сведений об этом явлении. Эту форму я назвал «Паспорт шаровой молнии».

Форма	Форма близка к шару; она может вытягиваться, принимая форму эллипсоида или груши, ее поверхность может колыхаться, может иметь форму тора.
Линейные/угловые размеры	Размер (диаметр) шаровых молний варьируется от нескольких сантиметров до метра.
Цвет	Желтый, оранжевый, красноватый, синий, голубой, белый
Структура	Имеются всего три типичные структуры. Первая выглядит как твердое тело с тусклой или блестящей поверхностью или как твердое ядро с полупрозрачной оболочкой, вторая – как вращающееся тело с кажущимся внутренним движением и напряжениями и третья – как сгусток пламени.
Звук	Шипящий, жужжащий
Запах	Резкий и неприятный, напоминающий запах озона, горячей серы или окислов азота.
Движение	Обычно движется горизонтально, параллельно линии земли, обходит, огибает проводящие ток объекты и, в частности, людей.
Плотность	Приблизительно равна плотности воздуха, т.е. составляет около $1,29 \cdot 10^{-3}$ г/см ³ .
Температура	Шаровая молния может обжечь, нанести травму, различной степени тяжести, сделать воронку в мягком грунте. Шаровая молния имеет твёрдое ядро, и высокотемпературный плазменный слой, а также интенсивное истечение заряда, которое тоже может обжигать.
Время жизни	Шаровая молния «живет» чаще всего 1-2 с
Распад	Наблюдалось два типа распадов шаровой молнии. Один из них – тихий распад, сопровождающийся уменьшением яркости и диаметра молнии. Второй, называемый взрывом, связан с громким и сильным звуком.

2.4 Правила безопасности при встрече с шаровой молнией

- Никогда не бегите от шаровой молнии. Ваш бег создает поток воздуха, который тянет молнию за вами;
- нужно постараться осторожно и плавно свернуть с пути следования шаровой молнии и держаться дальше от нее, но не поворачиваясь к ней спиной;
- шаровые молнии часто движутся под действием потоков воздуха. Поэтому лучше держаться с наветренной стороны относительно движения шаровой молнии. Находясь в помещении вместе с шаровой молнией, не находитесь на сквозняке, так как в этом случае, шаровая молния обязательно будет приближаться к вам;
- не бросайте в шаровую молнию камнями, палками, мячами, и тем более не дотрагивайтесь до нее руками, шаровая молния может взорваться с силой разорвавшегося снаряда или мины;
- при поражении человека шаровой молнией, пострадавшего следует перенести в сухое помещение со свежим воздухом, накрыть теплым одеялом, начать делать искусственное дыхание и немедленно вызвать скорую помощь.
- Если при появлении шаровой молнии вы от волнения забудете все эти правила, то запомните хотя бы главное: с шаровой молнией надо вести себя точно так же, как со злой собакой: главное не бежать, а плавно и медленно уйти с траектории ее движения.

3 Заключение

Один неизвестный поэт встречу с такой молнией описал в стихах.

Она плыла по кругу, то снижаясь,
то снова, торопясь, взмывала вверх.
Как будто всматриваясь и пытаюсь
запомнить все на весь короткий век.

Мы замерли.

От страха и восторга
не шевельнуться - ноги отнялись.
Смотрели, как загадочно и строго
неясная пульсировала жизнь.

Казалось, вырывается и плачет
чужая, непонятная душа,
спелёнатая силой в плотный шар
размером с невесомый детский мячик.

А что потом?

Забывая на время
пустая темнота пришла опять.
Мы ожидали чуда продолженья

спокойно, знали - чуду не бывать,
все остаётся на местах, как прежде,
и можно говорить, забыв испуг.
И все-таки со страхом и с надеждой

тайком глядели в темноту -
а вдруг...

Костер полу, потухший запылал,
и дым взлетел с туманом вперемешку,
а из-за тучи, будто бы в насмешку,
луна самодовольная всплыла.

По завершению работы над проектом я понял, из двух моих гипотез подтвердилась одна, объект моего исследования опасен для человека. Молния может быть совершенно непредсказуемой и вести себя вопреки всем правилам. Поэтому с детства каждый человек должен получить знания об этом явлении природы и знать, как защититься от него. На основе полученных знаний я составил ПАМЯТКУ «Правила безопасности при встрече с шаровой молнией» (Пункт 2.4) Я думаю, что, прочитав, её вы будете знать, что делать, когда идёт дождь, сверкает молния, гремит гром и не будете паниковать.

4 Список использованной литературы

1. Тарасов Л.В. Физика в природе: Кн. для учащихся. – М.: Просвещение, 1988. – С. 102-103.
2. Стаханов И.П. О физической природе шаровой молнии. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – С. 9-15.
3. Смирнов Б.М. *«Проблема шаровой молнии»* Издательство: М.: Наука Год издания: 1988 Страницы: 208 ISBN 5-02-013827-4
4. Стекольников И. С. Физика молнии и грозозащита. - М.: Изд-во АН СССР, 1943, с. 145
5. Тарасов Л.В. Физика в природе. - М.: Просвещение, 1988.

Интернет-ресурсы:

1. http://resms.ucoz.ru/news/sharovaja_molnija/2013-02-06-69
2. <http://xroniki-nauki.ru/teorii/sharovaya-molniya> - раздел «Открытие шаровой молнии»
3. <http://www.molnie.ru/sharmo-priroda.php> - раздел «Некоторые гипотезы о природе шаровой молнии»
4. http://itc.ua/blogs/sharovaya_molniya_-_mif_ili_realnost_46613 - раздел «Свойства шаровой молнии»
5. <http://sharmolniya.narod.ru/temper.htm> - раздел «Температура и энергия»