

профессор Сачков И.Н.

Солнечный ветер:

**пособие по теме "плазма"
школьного курса физики**

Игорь Николаевич Сачков
Солнечный ветер:
пособие по теме «Плазма»
школьного курса физики

*http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=63603968
SelfPub; 2021*

Аннотация

В электронном пособии по физике представлены дополнительные учебные материалы по теме «Плазма». Адресовано учащимся 10-х классов средних школ.

Содержание

Предисловие	4
Введение	6
Как образуется солнечный ветер	8
Что такое плазма?	13
Как увидеть солнечный ветер?	17
Действие солнечного ветра	21
Контрольные вопросы	25
Заключение	26

Игорь Сачков

Солнечный ветер:

пособие по теме «Плазма»

школьного курса физики

Предисловие

Необходимо обратить внимание возможных читателей, что предлагаемая электронная брошюра не предназначена для подготовки к сдаче экзаменов и ЕГЭ. Автор преследует более важную цель: рассказать о том, чего нет в стандартных учебниках и пособиях по физике для школ и вузов, но является одной из важнейших научных физических проблем последних семи лет. Что такое солнечный ветер и как он может повлиять на существующую сейчас цивилизацию?

Приступая к чтению, необходимо учитывать два обстоятельства.

1). Издание рассчитано лишь на наиболее подготовленных учащихся. Если читатель почувствует скуку и раздражение от непонятных терминов, не нужно мучить себя. 2) Предлагаемый материал носит ознакомительный характер. Более полные сведения могут быть получены лишь в результате

трудоемкого изучения статей из интернета и книг. Для того, чтобы их найти, достаточно нажать поисковик.

Введение

Ниже представлены дополнительные материалы по теме «плазма» школьного курса физики для 10-го класса. В учебнике говорится, что *«плазма – это частично или полностью ионизованный газ, в котором плотности положительных и отрицательных зарядов практически одинаковы... Около Земли плазма существует в космосе в виде солнечного ветра, заполняет магнитосферу Земли, образуя радиационные пояса Земли и ионосферу. Процессами в околоземной плазме обусловлены магнитные бури и полярные сияния»*.

Что же такое солнечный ветер? На обложке представленной здесь электронной брошюры изображен фрагмент картины И.К. Айвазовского «Ветер на море и солнце». На картине все просто. Ветер на море представляет движение воздуха, создаваемое перепадами давления в атмосфере. А что является солнечным ветром в космосе?

Почему эта тема важна для людей? Мы хорошо знаем, что Солнце освещает Землю днем, обогревает людей и животных весь год, позволяет расти картошке и другим растениям и поэтому кормит всех нас. Но может ли быть Солнце опасным для нас?

Оказывается, ученые в последние семь лет стали говорить, что солнечный ветер убил жизнь на планете Марс. Это произошло очень давно – 2 миллиарда лет назад. А Зем-

ля, как известно из повседневного опыта, спаслась. Почему? Рассмотрим ниже происхождение и свойства солнечного ветра

Откуда берется солнечный ветер. Как его можно увидеть?

Как образуется солнечный ветер

20 лет назад ученые сделали открытие. Раньше считалось, что Солнце – ярко светящийся диск, изображенный на рис. 1.



Рис.1.

Но после того, как в космос с помощью ракет отправили телескопы, оказалось, что поверхность Солнца «кипит» от множества каких-то взрывов. Их не видно было из-за того, что воздух создавал для телескопа «засветку», «ослеплял» его. Лишь во время солнечных затмений удавалось заметить «корону» солнца. А в космическом вакууме помеха

исчезла. И обнаружилось множество необыкновенных физических явлений, которые происходят на «солнечном диске». Вот одна из удивительных фотографий поверхности нашего светила.

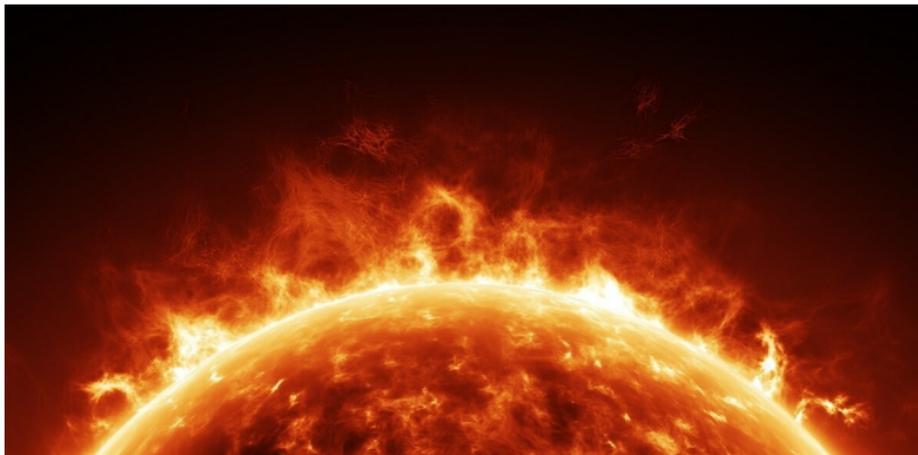


Рис.2.

Взрывы на поверхности Солнца, которые можно здесь увидеть, называются протуберанцами. Поверхность Солнца покрыта множеством протуберанцев. Протуберанцы могут выглядеть, как «круглые» молнии, рис.3.



Рис.3.

Протуберанцы состоят из плазмы и могут отрываться от поверхности нашего светила, распространяясь на миллионы километров. Они имеют огромные размеры, сравнимые с размером самого Солнца. Через посредство солнечного ветра наша планета осуществляет контакт с поверхностью Солнца. Каков масштаб этого взаимодействия?

Величина солнца – гигантская. Чтобы сравнить диаметр Солнца и Земли, достаточно посмотреть фотографию прохождения Венеры по диску Солнца, рис.4.

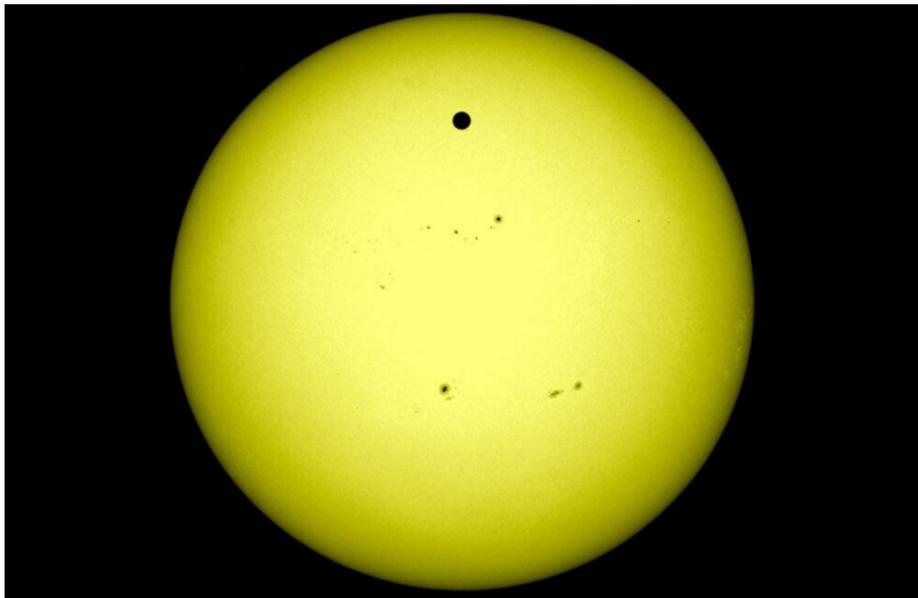


Рис.4.

Черный кружок в верхней части солнечного диска – это Венера. Маленькие черные отметины – это так называемые «солнечные пятна», о которых разговор нужно вести отдельно.

Фотографию получили следующим образом. Иногда, один раз за 20 лет, Венера пролетает между Землей и Солнцем, заслоняет раскаленную поверхность и выглядит на фоне солнечного диска, как черный кружляшек. Размер Венеры близок размеру Земли. Значит, можно сказать, что в маленькой черной точке на представленной фотографии, могли

уместиться океаны и материки Земли, все ее горы и бесконечные пустыни. Оказывается, что размер Солнца – совершенно необозрим, в масштабах Земли. Поэтому и величина протуберанца и характер взрыва, породившего солнечный ветер – огромны!

Для людей самый чудовищный взрыв на Земле – это взрыв атомной бомбы. Но для Земли в целом – это всего лишь булавочный укол на теле слона. В то же время размер протуберанца – в десятки раз больше размеров Земли. Вспышки протуберанцев – это самые страшные катастрофы в солнечной системе.

Как уже говорилось, протуберанцы, как и само Солнце, состоят из плазмы. Рассмотрим в следующем разделе, что это такое.

Что такое плазма?

Плазма – это «четвертое состояние вещества». Первое состояние – твердое, второе – жидкое, третье – газ. Первые три состояния хорошо известны. Например, вода может быть твердой – это лед. Может быть «обычной», жидкой. И может быть паром, то есть «водяным газом». Плазма отличается от газа тем, что легко проводит электрический ток. Этим свойством плазма похожа на металл, например, медь.



Рис.5.

Как получить плазму? Плазма – это раскаленный газ, который находится, например, внутри молнии, рис.5. Плазма молнии проводит очень сильный электрический ток, который течет из тучи на землю. Пары воды внутри канала молнии также превращаются в плазму. Резкий нагрев воздуха, окружающего молнию, создает оглушительный гром.

Более спокойную и совершенно беззвучную плазму можно увидеть в неоновых трубках уличной рекламы, рис.6, или на плазменном экране телевизора. Цвет свечения зависит от газа, заполняющего трубку. Неон дает оранжевый цвет, криптон – синий и т.д.



Рис.6.

Солнечный ветер создается плазмой, оторвавшейся от протуберанцев и распространяющейся в межпланетном пространстве. Поскольку Солнце состоит в основном из водорода, то его плазма представляет продукт ионизации водорода, то есть смесь отдельных электронов и протонов (их свойства изучаются в 11-м классе). Помимо протуберанцев, ветер со-

здается также и другими «взрывами» на поверхности Солнца, например, его короной, пятнами и другими элементами солнечной поверхности. Основным механизмом, создающим солнечный ветер, служит явление электромагнитной индукции, которое рассматривается в разделе «электродинамика» курса общей физики. Подробное его осуждение выходит за рамки настоящей брошюры.

Как увидеть солнечный ветер?

При движении в вакууме космоса частицы солнечного ветра невидимы для человеческого глаза. Никто в телескоп не видел никогда солнечный ветер. Но, оказывается, существуют его различные реальные проявления, показывающие наличие этой странной субстанции. Самое первое из них – «развевающиеся» хвосты комет.

Кометы состоят из замороженной воды, различных газов и космической пыли. При испарении воды под действием Солнца возникает хвост кометы, который можно хорошо видеть, если комета пролетает вблизи Земли. На рис.7 представлено подобное фото кометы «iSON», сделанное в 2012 году. Более дальние кометы наблюдают с помощью телескопов. Солнечный ветер отбрасывает эти пары, давит на них. Как это проверить?

Замечательное свойство хвоста кометы состоит в том, что хвост всегда направлен в сторону, противоположную Солнцу. Поэтому при подлете к Солнцу ее хвост направлен «назад», а при движении от Солнца – «вперед» по направлению движения. Если бы не было солнечного ветра, хвост кометы на рис.7 превратился бы в облако округлой формы.



Рис.7.

Второе важное проявление солнечного ветра – полярные сияния, рис.8. Они светятся так же, как и неоновая реклама.



Рис.8.

Сияния располагаются в атмосфере Земли на высоте, превышающей 60 км, то есть в десятки раз выше самых высоких гор и трасс самолетов. Они захватывают пространства до 1000 км. Свечение атмосферы появляется благодаря тому, что частицы солнечного ветра (электроны и протоны) врезаются в молекулы атмосферы Земли, в частности, кислород и азот, и заставляют их светиться.

Полярные сияния наблюдаются в основном над полюсами Земли, северным и южным. Это происходит из-за того, что магнитное поле Земли отталкивает солнечный ветер, а

на крайнем севере и юге Земли магнитное поле ослабевает, поэтому ветер пробивается сквозь атмосферу и заставляет ее светиться. Более подробное описание действия магнитного поля на солнечный ветер и на полярные сияния требует знаний электродинамики и выходит за рамки настоящей брошюры.

Действие солнечного ветра

Сила солнечного ветра меняется в зависимости от состояния Солнца. Если на Солнце возникают «бури», ветер «усиливается». При этом он может создавать перебои в радиосвязи и интернете. Он вызывает в атмосфере Земли магнитные колебания, которые вредно действуют на здоровье старых людей. Из-за него иногда болит голова, происходят перебои в работе сердечно-сосудистой системы. Поэтому состояние магнитного поля всегда сообщается в сводках погоды.

Нас предупреждают о вспышках на Солнце и говорят, что они опасны для здоровья. Но гораздо опаснее для людей возможные массовые аварии электростанций, которые произойдут в случае удара сверхмощной магнитной бури.

Такая буря, в частности, бушевала в 1859 году. Английский астроном Ричард Кэррингтон заметил серию вспышек на Солнце, а через 18 часов на Земле вдруг начался "Солнечный супершторм события Кэррингтона".

В 1859 году вспышка была настолько сильной, что полярные сияния горели над Северной и Южной Америкой, ночью было светло, как днём. Телеграфные аппараты выбрасывали снопы искр и «вырубались». В то время человечество ещё не зависело от электричества, как сейчас, и всё обошлось. В наше же время отсутствие электроснабжения и связи имело бы катастрофические последствия. К подобным «событиям»

надо быть готовым и государствам, и военным, и отдельным людям. Вспышка солнечного ветра может убить космонавтов на орбитальной станции. Ее действие подобно радиации от атомного взрыва. Поэтому космонавты всегда готовы к срочной эвакуации.

Существует и еще одна причина, заставившая физиков изучать солнечный ветер. В последние семь лет выяснилось, что жизнь на Земле существует благодаря ее магнитному полю и вопреки действию солнечного ветра. Дело в том, что благодаря силам Лоренца, изучаемым в курсе электродинамики, движущиеся заряженные частицы отбрасываются от поверхности нашей планеты.

Последние исследования показали, что магнитное поле появилось на Земле 3 миллиарда лет назад, и в именно в это время, благодаря магнитному щиту, на нашей планете и появилась первая жизнь. Примером совершенно иного сценария служит планета Марс. В настоящее время магнитное поле на нем отсутствует. Методами компьютерного моделирования доказывается, что солнечный ветер не только стерилизовал поверхность этой планеты, но вообще «сдул» атмосферу и пары воды.

Вот фото Марса, рис.9, сделанное марсоходом. На месте этой песчаной пустыни 2 миллиарда лет назад текла река. Можно заметить ее русло, засыпанное песком. По предположениям ученых в то время, когда еще текла река, на Марсе существовало магнитное поле. Однако после его затухания

на поверхность Красной планеты обрушился солнечный ветер.



Рис.9.

Опасность солнечного ветра для Земли состоит также в том, что магнитное поле Земли также может временно ослабевать, вследствие явления «переполюсовки». Как выяснилось в результате исследований, проведенных в последние десять лет, направление магнитного поля Земли ино-

гда меняется на противоположное. При этом его напряженность значительно уменьшается. Переполюсовка происходит стохастическим образом (непредсказуемо), через интервалы времени, длящиеся от десятков тысяч лет до десятков миллионов лет.

Более подробное описание свойств и происхождения солнечного ветра можно найти в электронной брошюре автора «Солнечный ветер, 2008», <https://www.dropbox.com/s/obb911uybygdm1t/s6.doc?dl=0> . Цитируемое издание использовалось для организации учебных занятий по физике студентов УГТУ-УПИ, УрФУ и ЕАСИ, г. Екатеринбург, в 2008-2016 годах. Кроме того, современные сведения об этом важном явлении можно получить путем прямого поиска в интернете и на сайте МГУ <http://www.astronet.ru/> .

В представленном издании использованы иллюстративные материалы из открытых источников. На обложке – фрагмент картины И.К.Айвазовского

Контрольные вопросы

1. Что такое плазма?
2. Найдите в интернете изображения плазмы.
3. Найдите в интернете изображение протуберанца, который уничтожил комету, подлетевшую к Солнцу.
4. Почему ночью радиосвязь лучше, чем днем?
5. Где на Земле действие солнечного ветра сильнее – в Канаде или Египте?

Заключение

В ближайшие семь лет следует ожидать значительных успехов в развитии компьютерных методов физики, позволяющих более точно предсказывать возникновение и действие солнечного ветра. В частности, будут созданы мощные компьютерные программы, которые покажут все подробности движения плазмы на Солнце, вспышек протуберанцев и, возможно, ответят на важнейший вопрос: почему существуют, как меняются и могут ли исчезнуть магнитные потоки в глубинах Земли.

Таким образом, развитие физики позволит человечеству быть готовым к преодолению проблем, которые способен создавать солнечный ветер. При этом особо важное значение приобретает грамотность граждан и их умение сообща противостоять негативным природным явлениям.

Великий ученый сказал когда-то: «Знание – сила!». А Вы как считаете?