

МОУ БРЯНСКИЙ ГОРОДСКОЙ ЛИЦЕЙ №27
ИМ.ГЕРОЯ СОВ. СОЮЗА И.Е.КУСТОВА

КАФЕДРА ФИЗИКИ

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА НА ТЕМУ:

Электричество – это интересно

Выполнила: ученица 10Б класса
Евсикова Надежда

Научный руководитель: Новикова
Елена Александровна

Содержание:

- .Постановка проблемы;
- .Электричество – основные понятия и законы;
- .Действие электрического тока на организм человека;
- .Факторы, оказывающие влияние на исход и тяжесть поражения;
- .Схемы возможного поражения;
- .Оказание первой медицинской помощи;
- .Неотпускающий ток;
- .Предельно допустимые величины напряжений и токов;
- .Природа молний. Основные положения;
- .Виды молний;
- .Меры предосторожности;
- .Интересные факты;
- .Определение расстояния от вашего местонахождения до молнии;
- .Батарейка
- .Вам поможет лимон

Проблема – причина возникновения неотпускающего эффекта

Электричество. Основные обозначения, формулы и единицы измерения

Слово "электричество" произошло от греческого слова *elektron* (янтарь). Одно из определений электрического тока, это упорядоченное движение заряженных частиц.

Сила тока (I) определяется количеством электричества (заряда), которое проходит за единицу времени через площадь сечения проводника: $I = q/t$, где q - заряд; t - время. За единицу силы тока принят ампер (А), по имени французского учёного Андре Ампера (1775-1836).

Приняв $I = 1$ А, а $t = 1$ с, получим единицу количества электричества в 1 кулон (К), названную по имени французского физика Шарля Кулона (1736-1806).

Электрическое напряжение (U) – это разность потенциалов между двумя точками электрической цепи; это работа, которая совершается при прохождении по участку цепи электрического заряда. За единицу напряжения принят 1 вольт (В), получившую название в честь итальянского учёного Алессандро Вольта (1745-1827).

Сопротивление (R) - физическая величина проводника, характеризующая противодействие электрической цепи прохождению электрического тока: $R = U/I$. Единица получила своё название в честь немецкого физика Георга Ома (1787-1854).

Работа электрического тока (A) определяется по формуле: $A = IUt = I^2Rt = Uq$; Единица измерения – Дж.

Мощностью электрического тока (N) называется работа, совершённая за единицу времени: $N = A/t$ Мощность принято обозначать в ваттах (Вт) в честь английского изобретателя Джеймса Уатта.

Действие тока на организм человека

Электрический ток, проходя через тело человека, оказывает тепловое, химическое и биологическое воздействия.

Тепловое действие проявляется в виде ожогов, перегрева органов, разрыве кровеносных сосудов и нервных волокон. **Химическое действие** ведет к электролизу крови и других растворов, что приводит к изменению их физико-химических составов и нарушению нормального функционирования организма. **Биологическое действие** электрического тока проявляется в опасном возбуждении живых клеток и тканей организма.

Различают два основных вида поражения человека электрическим током: электрический удар и электрические травмы. **Электрическим ударом** называется такое действие тока на организм человека, в результате которого мышцы тела начинают судорожно сокращаться. В зависимости от величины тока и времени его действия человек может находиться в сознании или без него, но при нормальной работе сердца и дыхания. В более тяжелых случаях потеря сознания сопровождается нарушением работы сердечнососудистой системы, что иногда ведет к смертельному исходу. **Электрической травмой** называют такое действие тока на организм, при котором повреждаются ткани организма: кожа, мышцы, кости, связки. По тяжести электроудары подразделяются на 4 степени:

- а) 1 степень - судороги;
- б) 2 степень - судороги с потерей сознания;
- в) 3 степень - потеря сознания с нарушением сердечной деятельности;
- г) 4 степень - клиническая смерть (отсутствует дыхание и сердечная деятельность).

Воздействие электротока индивидуально:

1. Порог ощущения электротока у женщин на 30, а у детей на 50% ниже, чем у мужчин;
2. Для одного человека электроток может быть уже неотпускающим, а для другого только слабо ощутимым;
3. Люди с большей массой тела и лучшей физической подготовкой переносят воздействие электротока легче;
4. Больные (особенно с нервными расстройствами, кожными и сердечно-сосудистыми заболеваниями) переносят воздействие электротока тяжелее;
5. Повышенная чувствительность к электротоку отмечается при утомлении и в состоянии опьянения.

Факторы, оказывающие влияние на исход и тяжесть при поражении током

Величина напряжения.

Время действия.

Род и частота тока.

Величина тока. По величине тока, токи подразделяются на:

- неощущаемые (0,6 – 1,6мА);
- ощущаемые (3мА);
- отпускающие (6мА);
- неотпускающие (10-15мА);
- пугающие (25-50мА);
- фибрилляционные (100-200мА);
- тепловые воздействия (5А и выше).

Сопротивление человека. Верхний роговой слой, который не имеет сосудов, обладает очень большим удельным сопротивлением, и его можно рассматривать как диэлектрик. Внутренние слои кожи, имеющие кровеносные сосуды, железы и нервные окончания, обладают сравнительно небольшим удельным сопротивлением. Внутреннее сопротивление является величиной переменной, зависящей от состояния кожи и окружающей среды. При повреждении рогового слоя кожи резко снижается величина электрического сопротивления тела человека и, следовательно, увеличивается проходящий через тело ток.

Окружающая среда. Влажность и температура воздуха, наличие заземленных металлических конструкций и полов, токопроводящая пыль и другие факторы окружающей среды оказывают дополнительное влияние на условие электробезопасности. Во влажных помещениях с высокой температурой складываются неблагоприятные условия, при которых обеспечивается наилучший контакт с токоведущими частями.

Фактор внимания. Чем более сосредоточен и внимателен человек в момент воздействия электротока, тем меньше он пострадает, так как такое состояние способствует упорядочению внутренних биологических полей и, соответственно, разрушить их сложнее.

Путь прохождения тока через организм чел-ка.

Возможные схемы прохождения тока через организм человека

Степень поражения зависит от того, какие органы человека подвергаются воздействию тока, и от величины тока, проходящего непосредственно через сердце. Поражение будет более тяжелым, если на пути тока оказывается сердце, грудная клетка, головной и спинной мозг. При различных случаях прикосновения будет различной величина сопротивления тела человека и величина протекающего через него тока. Очень опасные, но встречаются редко, следующие схемы включения человека в электросеть:

1. Двухфазное включение: петля “голова-руки”. При этом электроток проходит через головной мозг, сердце и лёгкие;
2. Однофазное включение: петля “голова-ноги”. В этом случае электроток проходит через всё тело человека, поражая жизненно важные органы.

Менее опасные схемы включения, но встречающиеся чаще, следующие:

1. Однофазное включение: петля “рука-ноги”. Статистически до 87% от всех электротравм;
2. Двухфазное включение: петля “рука-рука”. Электроток проходит через грудную клетку человека, поражая сердце и лёгкие;
3. При контакте электрического проводника с землёй, при пробое изоляции на землю в электрической установке, а также в местах расположения заземления или грозозащитного устройства, поверхность земли может оказаться под электрическим напряжением. Возникает, так называемое, шаговое напряжение для двух точек, расположенных на разных расстояниях от места касания проводника и земли. Возникает петля “нога – нога”.

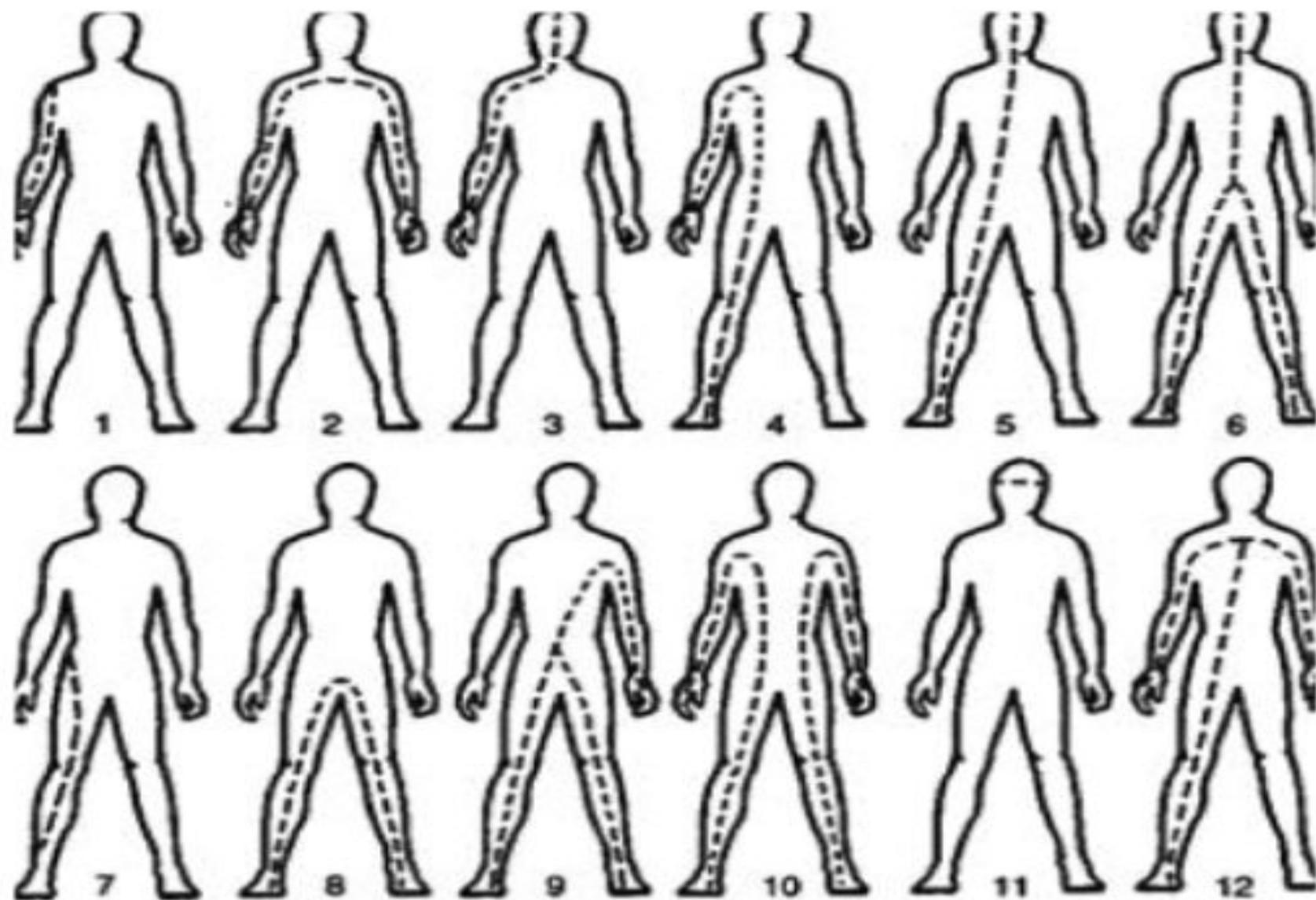


Рис. 2.3. Варианты «петель тока» (1–12)

Защитные меры

В качестве защитных мер при прикосновении к нетоковедущим частям применяют защитное заземление, зануление или отключение, двойную изоляцию, пониженное напряжение, защитные средства и др. **Защитным заземлением** называют металлическое соединение с землей нетоковедущих металлических частей электрической установки. **Защитное зануление** — присоединение нетоковедущих металлических частей к многократно заземленному нейтральному проводу. **Защитное отключение** — автоматическое отключение электроустановки системой защиты при возникновении опасности поражения человека электрическим током. Под двойной понимается дополнительная, кроме основной, **изоляция**, которая ограждает человека от металлических нетоковедущих частей, способных случайно оказаться под напряжением. В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных, даже при одновременном контакте человека, с токоведущими частями разных фаз или полюсов, применяют **пониженное напряжение** (12 и 36 В). Важным фактором обеспечения безопасности является знание устройства и правил эксплуатации электроустановок, поддержание в исправном состоянии электрооборудования, исправность сигнализации, наличие средств пожаротушения.

Первая помощь при поражении током

Спасение пострадавшего в большинстве случаев зависит от быстроты освобождения его от действия тока, а также от быстроты и правильности оказания пострадавшему первой помощи. Следует помнить, что в тяжёлых случаях поражения от электротока, у пострадавшего прекращается сердечная деятельность и останавливается дыхание, наступает состояние клинической смерти. Максимум за 3-5 минут необходимо выполнить следующее:

1. **Освободить** пострадавшего от действия электрического тока, воспользовавшись рубильником, выключателем или предохранителем. Если пострадавший лежит на земле или на проводящем ток полу, следует изолировать его от земли, подсунув под него деревянную доску или фанеру.
2. После освобождения пострадавшего от действия электрического тока ему немедленно нужно оказать доврачебную помощь в соответствии с его состоянием.

Если пострадавший **не потерял сознания** и может самостоятельно передвигаться, отвести его в помещение, удобное для отдыха, успокоить, дать выпить воды, предложить полежать. Если при этом у пострадавшего оказались какие-либо травмы, то оказать на месте соответствующую помощь, а при необходимости направить в медицинский пункт или вызвать врача.

Если после освобождения от электрического тока пострадавший находится **в бессознательном состоянии**, но дышит нормально и прослушивается пульс, надо немедленно вызвать врача, а до его прибытия оказывать помощь на месте — привести пострадавшего в сознание: дать понюхать нашатырный спирт, обеспечить поступление свежего воздуха.

Если после освобождения от действия электрического тока пострадавший находится **в тяжёлом состоянии**, т. е. не дышит или дышит тяжело, прерывисто, то, вызвав врача, необходимо, не теряя ни минуты, приступить к искусственному дыханию и по необходимости массажу сердца.



Рис. 18. Выполнение искусственно дыхания:

а — начальное положение головы; б — в
ложеие головы, при котором начина
искусственное дыхание (голова запроки
та назад, нижняя челюсть выдвинута ве
ред); в — вдох; г — выдох; д — с помош
специальной резиновой трубки; 1 — труби
2 — язык



Неотпускающий ток

Увеличение тока сверх порогового ощутимого вызывает у человека судороги мышц и неприятные болезненные ощущения, которые с ростом тока усиливаются и распространяются на все большие участки тела. При токе 3 – 5 мА (50 Гц) действие тока ощущается всей кистью руки; при 8 – 10 мА боль резко усиливается и охватывает всю руку, сопровождаясь произвольными сокращениями мышц руки и предплечья. При 10 – 15 мА (50 Гц) боль становится едва переносимой, а судороги мышц рук оказываются настолько значительными, что человек не в состоянии их преодолеть. В результате он не может разжать руку, в которой зажата токоведущая часть, и оказывается как бы прикованным к ней. Ток, при котором человек еще в состоянии выдержать боль, возникающую в момент отрыва рук от электродов, составляет 50 – 80 мА., и принят условно за порог.

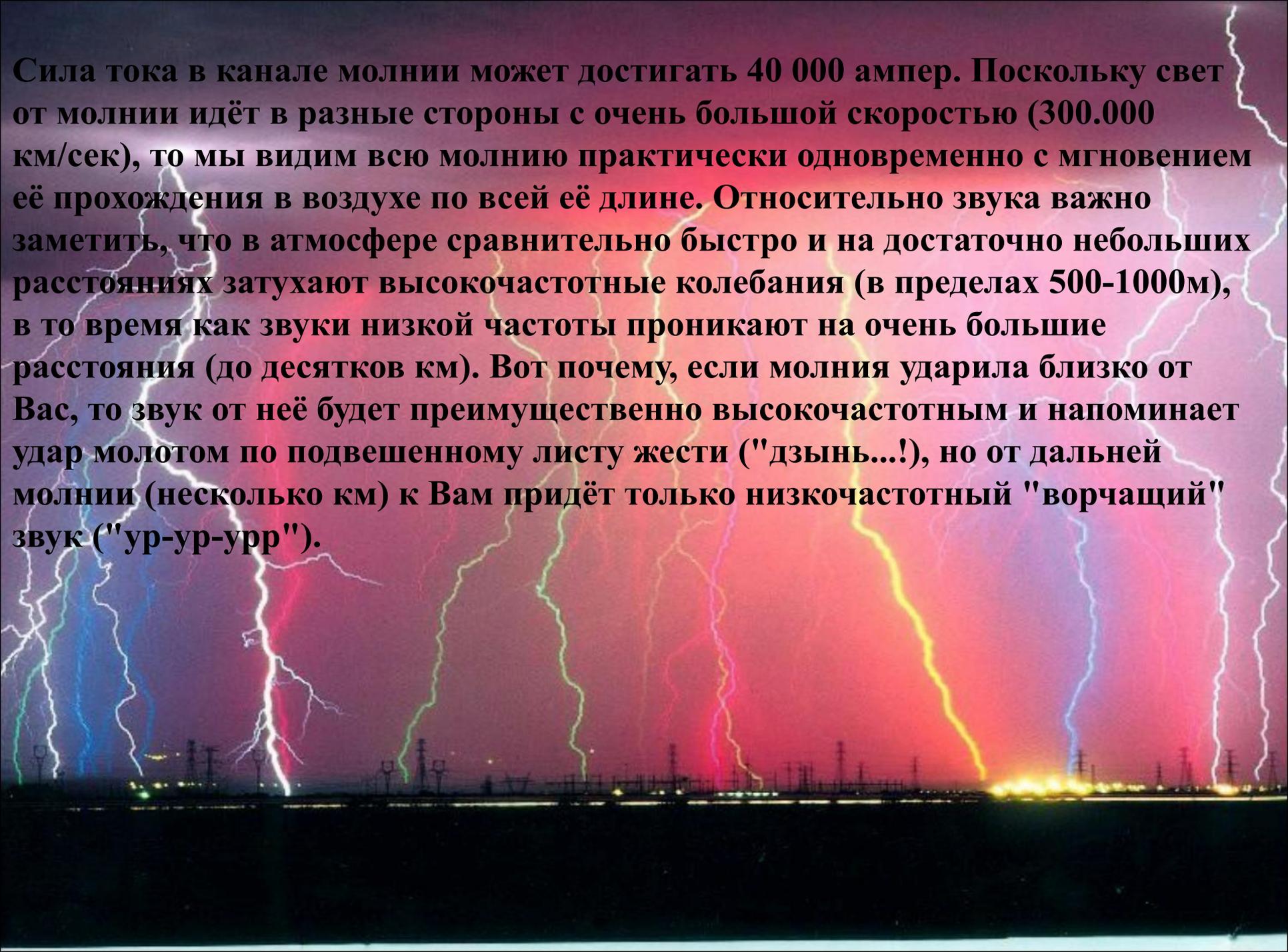
Предельнодопустимые значения величин напряжений и токов

Время действия, сек.	Длит ельн ость	До 30	1	0,5	0,2	0,1
Величина тока, мА.	1	6	50	100	250	500
Величина напряжения, В.	6	36	50	100	250	500

Природа молний.

Происхождение. Чтобы понять природу молний, для начала нужно понять, что представляет собой грозовое облако. Облако состоит из пара. Но часть этого пара конденсировалась и превратилась в капельки и льдинки. Пытаясь понять происхождение молнии, следует обратить внимание именно к верхнему слою, то есть к льдинкам. Под воздействием потоков тёплого воздуха, поднимающихся с земли, эти замёрзшие капли находятся в постоянном движении. Они постоянно сталкиваются друг с другом, в результате чего происходит трение. При этом крупные частички, те, что остаются внизу заряжаются отрицательно, а те, что стремятся вверх, заряжаются положительно. Такая напряжённая обстановка должна разрядиться, поэтому поток отрицательного заряда спускается на землю. Мы при этом наблюдаем молнию. После того, как облако разрядилось, снова начинается тот же процесс. Но для того, чтобы образовался нужный разряд, напряжение в облаке должно достигать 2500 кВ/м. На самом же деле в облаке образуется лишь около 400 кВ/м. Недостающие кВ берутся из космических лучей, которые попадают на землю каждую секунду. Они представляют собой частицы высоких энергий. Столкнувшись с молекулой воздуха, космический луч ионизирует её. В результате появляется огромное количество электронов с высокой энергией.

Для чего нужны молнии? Во-первых, молния служит некой батареей земли, которая заряжает электронное поле, разряжающееся в спокойную погоду. А во-вторых, она продуцирует половину нитратов, которые необходимы для земной флоры. Мы знаем, что от ультрафиолетовых излучений нашу землю защищает озоновый слой. Так вот и этот незаменимый для жизни слой продуцирует молния.



Сила тока в канале молнии может достигать 40 000 ампер. Поскольку свет от молнии идёт в разные стороны с очень большой скоростью (300.000 км/сек), то мы видим всю молнию практически одновременно с мгновением её прохождения в воздухе по всей её длине. Относительно звука важно заметить, что в атмосфере сравнительно быстро и на достаточно небольших расстояниях затухают высокочастотные колебания (в пределах 500-1000м), в то время как звуки низкой частоты проникают на очень большие расстояния (до десятков км). Вот почему, если молния ударила близко от Вас, то звук от неё будет преимущественно высокочастотным и напоминает удар молотом по подвешенному листу жести ("дзынь...!"), но от дальней молнии (несколько км) к Вам придёт только низкочастотный "ворчащий" звук ("ур-ур-урр").

Это интересно

- Ежесекундно над земной поверхностью в среднем происходит 117 грозовых разрядов, при этом примерно половина их – над океанами, а половина над сушей;
- Типичная молния длится около четверти секунды и состоит из 3-4 разрядов;
- Средняя гроза путешествует со скоростью 40 км. в час;
- Прямо сейчас в мире гремят около 1800 гроз;
- В американский Эмпайр-стейт-билдинг молния ударяет в среднем 23 раза в год;
- Вероятность быть убитым молнией составляет 1 к 2 000 000. Такие же шансы у каждого из нас умереть от падения с кровати;
- Вероятность увидеть шаровую молнию составляет 1 к 10 000;
- Интересно, почему зимой не бывает грозы? А всё дело в том, что грозовое облако рождается только при восходящих потоках влажного воздуха. Это возможно только при повышенных температурах, то есть летом. На севере, где лето практически такое же холодное, как зима в средней полосе, грозы настоящая редкость;
- В грозу пользоваться компасом бессмысленно. Ведь это навигационное устройство работает на принципе электромагнитного поля. В грозу же магнитная стрелка компаса перемагничивается, поэтому определить правильное направление невозможно;
- Для разряда в воздухе должно быть достаточно ионов. Их много там, где пыль. Поэтому в море или океане молнии очень редки.

Как нужно действовать:

1. Во время грозы опасно находиться под одиноко стоящими деревьями, особенно дубом, топодем, ясенем, лиственницей, сосной, елью и липой. Менее опасны берёза и клён.
2. Если вы находитесь в открытом месте и вдруг чувствуете, что волосы встали дыбом, или слышите странный шум, исходящий от предметов, это значит, что вот-вот ударит молния! Нагнитесь вперед, руки положите на колени (но не на землю!), ноги должны быть вместе, пятки должны быть прижаты друг к другу (если ноги не соприкасаются, разряд пройдет через тело).
3. Во время грозы нельзя находиться у костра (электропроводимость нагретого воздуха возрастает), не следует купаться, кататься в лодке, укрываться под изолированными навесами, в стогах сена, под металлическими оградами, вблизи труб и проводов.
4. Находясь на открытом пространстве, лучше присесть в сухую яму, траншею. Тело должно иметь по возможности меньшую площадь соприкосновения с землёй.
5. Не стоит бежать, а если вы едете в машине - лучше остановиться.
6. Если вы находитесь в доме, следует закрыть окна и отключить из розеток все электроприборы. Снимите с себя все металлическое.

Линейная молния туча-земля

Длятся они чаще всего около 0,2 секунды. Почти всегда сопровождаются громом. Что нужно для ее образования? Пара сотен кубических километров воздуха, достаточная для молнии высота и мощный тепловой двигатель - ну, к примеру, Земля. Возьмем воздух и последовательно начнем его нагревать. Когда он начнет подниматься, то с каждым метром подъема нагретый воздух охлаждается, постепенно становясь холоднее и холоднее. Вода конденсируется во все более крупные капли, образуя грозовые облака. Именно они рождают молнии и гром. В результате получается очень мощный конденсатор, который может время от времени разряжаться в результате скачкообразного преобразования обычного воздуха в плазму. Плазма образует своеобразные каналы, которые, при соединении с землей, и служат отличным проводником для электричества. Облака постоянно разряжаются по этим каналам, и мы видим внешние проявления данных атмосферных явлений в виде молний. Кстати, температура воздуха в месте прохождения заряда (молнии) достигает 30 тысяч градусов, а скорость распространения молнии - 200 тысяч километров в час.



Молния земля-облако

Образуются они в результате накапливающегося электростатического заряда на вершине самого высокого объекта на земле. Такие молнии образуются в результате “пробивания” воздушной прослойки между вершиной заряженного объекта и нижней частью грозовой тучи. Чем выше объект, тем больше вероятность того, что молния в него ударит.



Молния облако-облако

Молниями могут “обмениваться” и отдельные облака, поражающие электрическими зарядами друг друга. Поскольку верхняя часть облака заряжена позитивно, а нижняя - негативно, рядом стоящие грозовые облака могут простреливать электрическими зарядами друг друга. Довольно частым явлением является молния, пробивающая одно облако, и гораздо более редким явлением является молния, которая исходит от одного облака к другому.



Горизонтальная молния

Эта молния не бьет в землю, она распространяется в горизонтальной плоскости по небу. Такие молнии очень мощные и очень опасные.

Ленточная молния

Эта молния выглядит как несколько молний, идущих параллельно друг другу. В образовании их нет никакой загадки - если дует сильный ветер, он может расширять каналы из плазмы, и в результате образуется вот такая вот дифференцированная молния.





Бисерная (пунктирная молния)

Это очень, очень редкая молния, существует, но как она образуется - пока что можно только догадываться. Ученые предполагают, что пунктирная молния образуется в результате быстрого остывания некоторых участков трека молнии, что и превращает обычную молнию в пунктирную

Спрайтовые молнии

Оказывается, что некоторые виды молний бывают выше облаков. Сфотографированы они были только в 1994 году. Высота их образования — около 100 километров. Пока не очень понятно, что они из себя представляют



Шаровая молния

Формой эта молния напоминает круглый светящийся мячик диаметром от 3 до 20 сантиметров. Явление это наблюдается при сильных грозах, как правило, после многократных разрядов и обычных молний и выпадением дождя, т.е. оно носит вторичный характер, является следствием ранее осуществившихся грозовых разрядов. Продолжительность существования шаровой молнии – от нескольких секунд до минуты, скорость ее движения незначительна, она может быть несколько секунд даже неподвижной. Светится шаровая молния не очень ярко, примерно как небольшая электрическая лампочка, цвет ее может быть от неяркого красного или оранжевого до белого. Иногда она искрит и вращается. Может проникать через небольшие отверстия или щели, т.е. пластична. Исчезает или бесследно, как бы растворяясь в окружающем воздухе или взрываясь. Температура внутри шаровой молнии оценивается в зависимости от ее состояния (характеризуемого яркостью свечения и цвета) от 550 до 1050 °С.

1. Поскольку траектория полёта шаровой молнии практически не предсказуема, не стоит делать резких движений и, тем более, убегать, так как можно вызвать воздушный поток, по которому сгусток энергии последует вслед за вами;
2. Держитесь подальше от электроприборов и проводки, не касайтесь металлических предметов;
3. Даже если молния исчезла (обычно через десятки секунд) не теряйте бдительности, так как после таких “визитов” возможны пожары.
4. Но если вдруг шар приблизился к вам слишком близко, учёные советуют интенсивно подуть на него. Считается, что молния обладает хорошей парусностью, поэтому непременно отлетит. При непосредственной близости может произойти нанесение ожогов.

Огни Святого Эльма

Это, в принципе не молния, а просто явление тлеющего разряда на конце различных острых объектов.



Вулканические молнии

Эти молнии появляются при извержении вулканов. Вероятно, газопылевой заряженный купол, пробивающий сразу несколько слоев атмосферы, вызывает возмущения, поскольку сам несет довольно значительный заряд. Ученые пока точно не знают, почему образуются эти молнии, и существует несколько теорий, одна из которых и представлена выше.

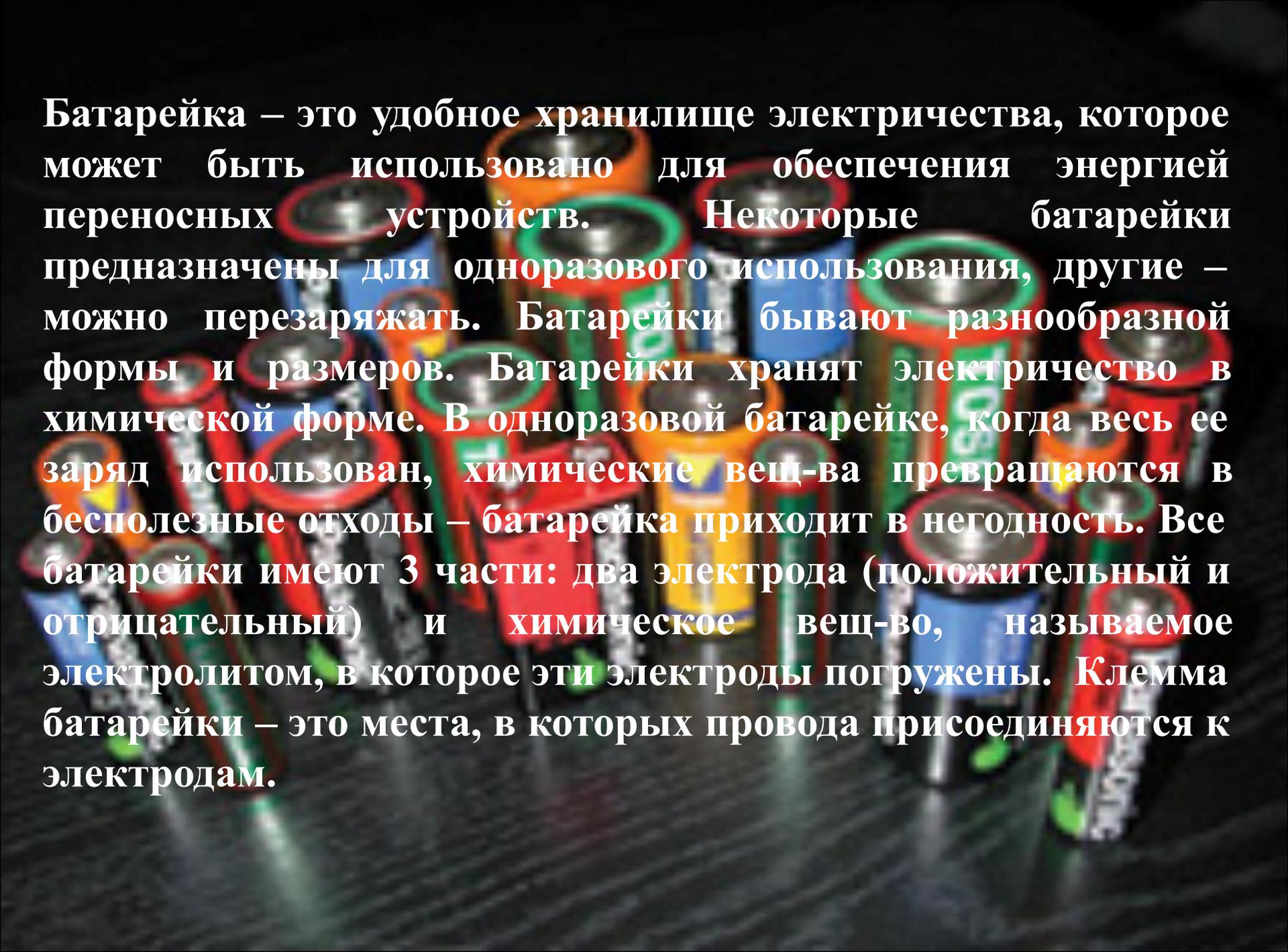


Как определить расстояние от вас до молнии

В момент вспышки молнии включите секундомер, а при начале звукового удара - выключите. Число секунд умножьте на 340 (ср скорость звука в м/с) и получите расстояние до молнии в метрах. Если сделать несколько таких наблюдений подряд и записывать результаты, то можно вычислить, приближается к Вам гроза или удаляется от Вас, и даже с какой скоростью это происходит. Как правило, гром слышен на расстоянии до 15-20 километров, таким образом, если наблюдатель видит молнию, но не слышит грома, то гроза находится на расстоянии не менее 20 километров.

Гром

Гром — звуковое явление в атмосфере, сопровождающее разряд молнии. Гром представляет собой колебания воздуха под влиянием очень быстрого повышения давления на пути молнии, вследствие нагревания приблизительно до 30 000 °С. Нагреваясь, воздух мгновенно расширяется и происходит процесс, аналогичный взрыву, он сопровождается звуковой волной – громом. Раскаты грома возникают из-за того, что молния имеет значительную длину и звук от разных её участков и доходит до уха наблюдателя не одновременно, кроме того возникновению раскатов способствует отражение звука от облаков, а также потому, что из-за рефракции звуковая волна распространяется по различным путям и приходит с различными запаздываниями. Громкость раскатов грома может достигать 120 децибел.

A collection of various colored AA and AAA batteries scattered on a dark surface. The batteries are in various orientations and colors, including red, blue, yellow, and green. Some have their terminals visible.

Батарейка – это удобное хранилище электричества, которое может быть использовано для обеспечения энергией переносных устройств. Некоторые батарейки предназначены для одноразового использования, другие – можно перезаряжать. Батарейки бывают разнообразной формы и размеров. Батарейки хранят электричество в химической форме. В одноразовой батарейке, когда весь ее заряд использован, химические вещ-ва превращаются в бесполезные отходы – батарейка приходит в негодность. Все батарейки имеют 3 части: два электрода (положительный и отрицательный) и химическое вещ-во, называемое электролитом, в которое эти электроды погружены. Клемма батарейки – это места, в которых провода присоединяются к электродам.



На электродах соединяется электрический заряд. Отрицательный электрод имеет больше электронов, положительный – меньше. Оба электрода погружены в ве-во – жидкое или в виде пасты, – называемое электролитом. Электроны перемещаются сквозь электролит от отрицательного электрода к положительному, создавая тем самым электрический ток. Его направление противоположно направлению движения электронов, т.е. ток идет от положительного электрода к отрицательному.

Что требуется для работы:

- ◆ Свежий лимон;
- ◆ Жесткая медная проволока;
- ◆ Скрепки; 
- ◆ Кусачки для проводов;
- ◆ Вольтметр или амперметр (не обязательно);
- ◆ Электропровода с зажимами.



. Возьмите лимон и, несильно нажимая на него, покатайте по поверхности стола. Тогда внутри лимона начнет скапливаться сок. Старайтесь не повредить кожуру;

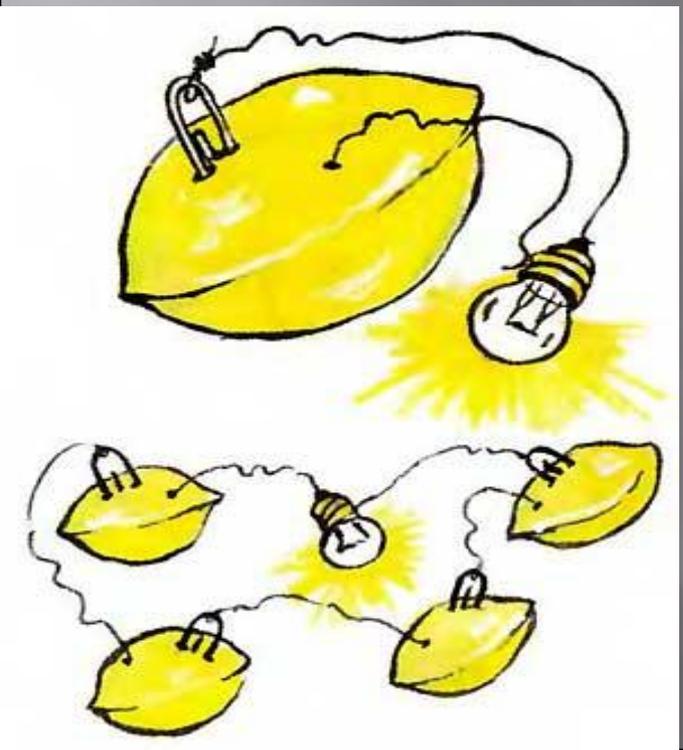
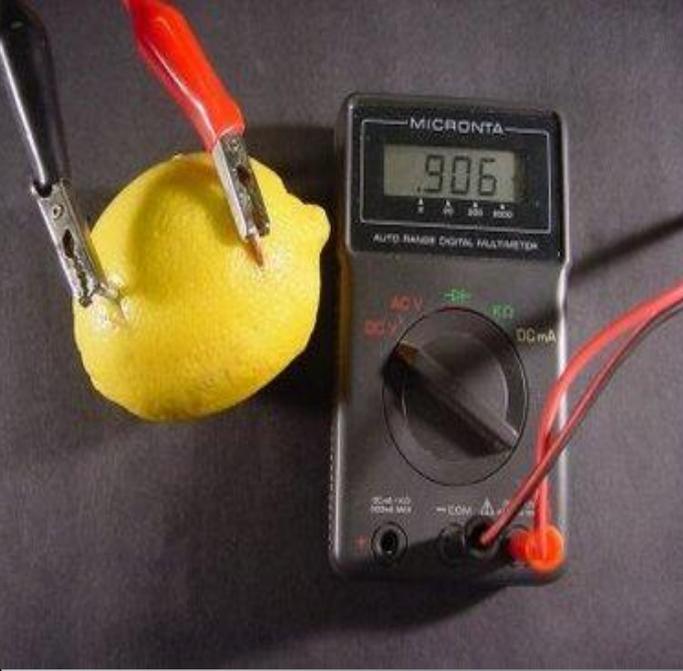
. Используя кусачки, отрежьте кусок медной проволоки, длиной 5 см. Аккуратно воткните примерно 2,5 см. проволоки в лимон.

. Распрямите скрепку. Осторожно воткните ее на 2,5 см. в лимон. Попробуйте воткнуть ее как можно ближе к медному электроду, но так, чтобы они не касались друг друга;

. Пошевелите языком во рту, чтобы он стал совсем мокрым. Теперь осторожно лизните оба электрода одновременно. Вы должны почувствовать легкое покалывание. Электричество, производимое лимонной батареей, течет сквозь ваш язык;

. Можно определить присутствие тока при помощи использования вольтметра или амперметра. Соедините одну клемму с прибором, а другую – с медным электродом.

Почему так получилось?



Лимонная батарейка – это однозарядная батарейка. Лимонный сок выступал в качестве электролита, медная проволока была положительным электродом, принимающим электроны, остальная скрепка – отрицательным, испускающим электроны. При соприкосновении языка с электродами или присоединении к ним измерительного прибора, цепь замкнулась. Внутри лимона произошла химическая реакция. Электроны внутри атомов, составляющих лимонный сок, собрались на отрицательном электроде и потекли по цепи к положительному электроду. Возник электрический ток, текущий по электрической цепи. Но чтобы зажечь небольшую лампочку вам понадобится большее напряжение. Для его создания необходима многозарядная батарейка. Ее можно создать, соединив две или более лимонных батареек друг с другом.

КОНЕЦ