

ФИЗИЧЕСКАЯ

ПРИРОДА

СПИХИЙНЫХ

БЕДСТВИЙ

Стихийные бедствия



Лавина



Цунами



Землетрясение



Вулканы



Гейзер



Молния



ЛАВИНА

Определение

Физика возникновения лавин

Физика движения лавин (её развития)

Изображение

Видеоролик



ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Массовый сход снега с гор - *лавина*.

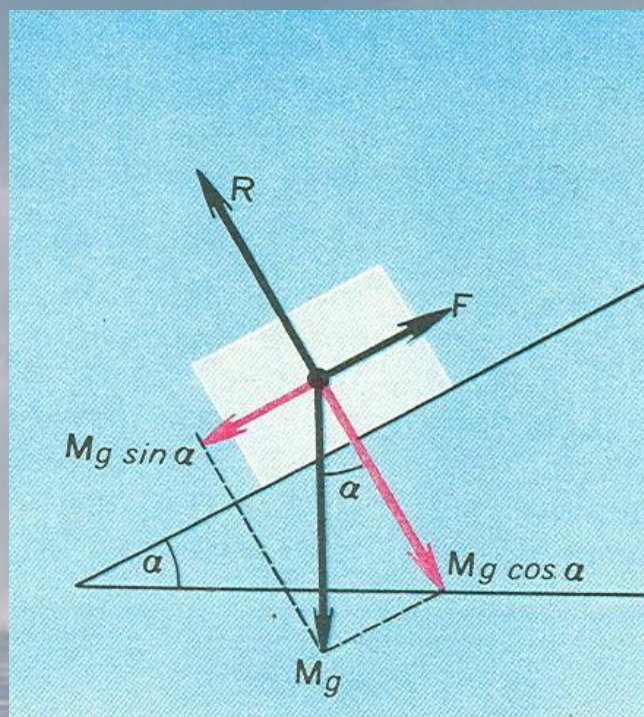
Различают четыре группы рождения снежных лавин:

- а) После сильных метелей с обильным снегопадом происходит скопление снега на подветренной стороне горы.
- б) Метель бушевала накануне, а в ясный, солнечный, морозный день недалеко от вершины горы возникает трещина - рождается лавина.
- в) После подземных толчков возникает снежная лавина. Достаточно даже незначительного сотрясения воздуха.
- г) Когда после сильной оттепели массы слежавшегося снега сползают вниз.



ФИЗИКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЛАВИН

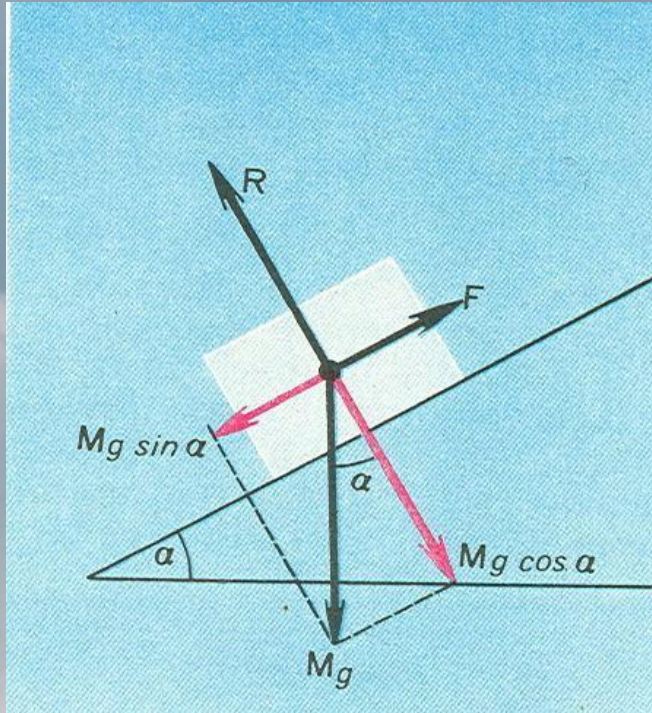
M -масса снега, находящаяся на наклонной плоскости с углом наклона α . На снег действуют три силы: **сила тяжести Mg , сила нормальной реакции R и сила F , удерживающая снег на наклонной плоскости.**



Разложим силу тяжести на две составляющие. Составляющая $Mg \cos$ уравновешена силой нормальной реакции R : $Mg \cos \alpha = R$. Поэтому далее будем учитывать только составляющую $Mg \sin \alpha$ (скатывающая сила) и силу F , удерживающую снег на наклонной плоскости. $Ma = Mg \sin \alpha - F$, где a -ускорение рассматриваемой массы снега. Силу F можно представить как сумму трёх слагаемых:



ФИЗИКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЛАВИН



$$F = F_T + F_c + F_k$$

F_T - *сила трения*

(покоя, пока снег лежит на склоне горы)

F_c - *сила сцепления снега с поверхностью склона*

F_k - *контурная сила*

$Mg \sin \alpha - F$



ФИЗИКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЛАВИН

а) После сильных метелей с обильным снегопадом происходит скопление снега на подветренной стороне горы.

По мере накопления снега возрастает сила $Mg \sin \alpha$. Одновременно растёт и сила F , так что

$Mg \sin \alpha - F = 0$; и, следовательно, снег неподвижен ($\alpha = 0$). Но сила F не может расти неограниченно. Наступает момент, когда сила F , достигнет своего предельного значения F_{\max} (для данного угла наклона α , для данных погодных условий, для данной микроструктуры снега и данной поверхности горного склона). С этого момента **равновесие нарушается**: сила $Mg \sin \alpha$ продолжает расти, а сила F более увеличиваться не может. Теперь $Mg \sin \alpha > F_{\max}$, и значит, $Mg \sin \alpha > F$ ($\alpha > 0$)-

Начинает скольжение снега по склону.



ФИЗИКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЛАВИН

б) Метель бушевала накануне, а в ясный, солнечный, морозный день недалеко от вершины горы возникает трещина - рождается лавина.

Тут увеличение скатывающей силы $Mg \sin \alpha$ недостаточно для того, чтобы сила F достигла своего предельного значения F_{\max} . Микроструктура снежного покрова будет постепенно меняться благодаря процессам испарения, подтаивания, кристаллизации. F_{\max} силы, удерживающей снег на склоне, начинает с течением времени постепенно уменьшаться. Скатывающая сила $Mg \sin \alpha$ остаётся неизменной и когда F_{\max} **становится меньше силы** $Mg \sin \alpha$ – тогда равновесие нарушается и начинается движение снега.



ФИЗИКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЛАВИН

в) После подземных толчков возникает снежная лавина. Достаточно даже незначительного сотрясения воздуха.

При громких звуках образуется достаточно мощная звуковая волна, сцепление снега со склоном понижается скачком и начинается движение снежной массы. Возникновение лавин от несильных звуков возможно когда сила $Mg \sin \alpha$ всего лишь на ничтожную величину меньше, чем F_{\max}



ФИЗИКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЛАВИН

г) Когда после сильной оттепели массы слежавшегося снега сползают вниз.

Во время оттепели снег насыщается влагой, вода внутри снежного слоя опускается вниз и течёт по склону горы, создавая прослойку между снегом и грунтом. Действуя, как смазка, она эффективно уменьшает сцепление снега со склоном горы. Сила $Mg \sin \alpha$ уменьшается и всё же предельное значение F_{\max} силы, удерживающей снег на склоне, уменьшается ещё быстрее.



ФИЗИКА ДВИЖЕНИЯ ЛАВИН



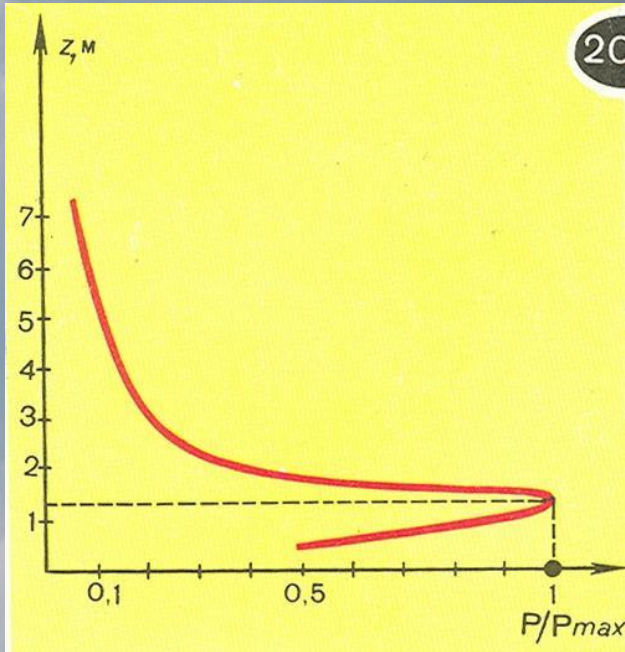
Рис. 7. Лавины: А — от линии, Б — из точки. I — зона зарождения, II — зона транзита, III — зона отложения; видны линия (ступень) отрыва, боковые, или фланговые, трещины (ступени), подпорная трещина (ступень).

1. **Лавина от линии рис. (А)**
(нарушается устойчивость значительного пласта снега)
I-зона зарождения лавины
II- зона транзита
III- зона отложения снега
2. **Лавина от точки рис. (Б)**
(нарушается устойчивость малого объёма снега)

Расстояние по горизонтали от линии отрыва до дальнего края зоны отложения - дальность выброса лавины. При встрече с препятствиями разогнавшаяся лавина наносит **сильный удар**. Мощность удара измеряется мгновенным значением давления, оказываемого снегом на препятствие в момент удара. Это давление называют **ударным**.



ФИЗИКА ДВИЖЕНИЯ ЛАВИН



Z-высоты точек в поперечном сечении лавины, в которых изменилось ударное давление P , а по горизонтали - отношение измеренного ударного давления к его максимальному значению P_{max} (тут оно около 1070 кПа)

Ударное давление меняется по поперечному сечению лавины. В самом низу оно небольшое, затем возрастает, достигая максимального значения на высоте 1,3м, после чего ещё быстрее уменьшается, становясь равным p_{max} на высоте 2м. Далее уменьшения с высотой продолжается, но всё медленнее. Получается, что основное ударное действие лавины сосредоточено в нижнем слое снега, имеющем толщину 2-3м. Ударное давление увеличивается со скоростью снега значительно **медленнее** - не по квадратичному, а по линейному закону. Так как удар наносит не жесткая масса льда, а относительно легко деформируемая снежная масса. Возможно, значительная доля кинетической энергии лавины расходуется при ударе на деформацию снежной массы, т. е. переходит в теплоту.



ЛАВИНА



ЛАВИНА



ЦУНАМИ

Определение

Физика возникновения цунами

Изображение

Видеоролик



ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Цунами - длинные морские (океанские) волны, возникающие главным образом при подводных землетрясениях, когда происходят быстрые смещения участков морского дна. Длина волн цунами составляет десятки, и даже сотни километров.

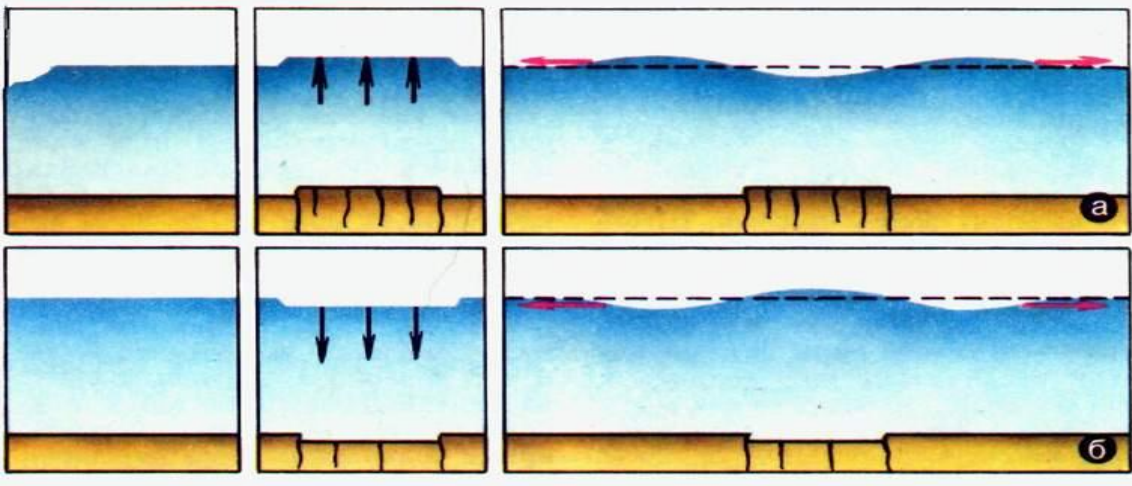


ФИЗИКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЦУНАМИ

Передача сотрясения от дна к поверхности моря действительно происходит; именно так и зарождается волна цунами. Неправильно, однако, то, что эта передача вызвала сильное волнение в открытом море. Известно, что в открытом море волна цунами совершенно безобидна; ее крутой нрав обнаружится лишь тогда, когда она добежит до берега. Например: вследствие землетрясения, взрыва подводного вулкана или сильного обвала некоторый участок морского дна быстро сместился, например, вверх. Поскольку вода практически несжимаема, то почти тотчас сместится вверх и соответствующий участок поверхности моря — на водной поверхности возникнет небольшой по высоте холм. Это и есть очаг цунами; от него, как от брошенного в воду камня, побежит во все стороны волна



ФИЗИКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЦУНАМИ



На рисунке схематически показано, как зарождается цунами в двух случаях: а) участок дна сместился вверх, б) участок дна сместился вниз.

Именно во втором случае наблюдается кратковременное отступление моря от берега непосредственно перед появлением гребня волны цунами. Вся жизнь волны цунами может быть разделена на четыре последовательных этапа. Первый этап — зарождение волны. Второй этап — движение волны по просторам океана. Третий — взаимодействие волны с *прибрежной зоной*. Четвертый — обрушивание гребня волны на береговую полосу, перемещение водных масс над сушей.



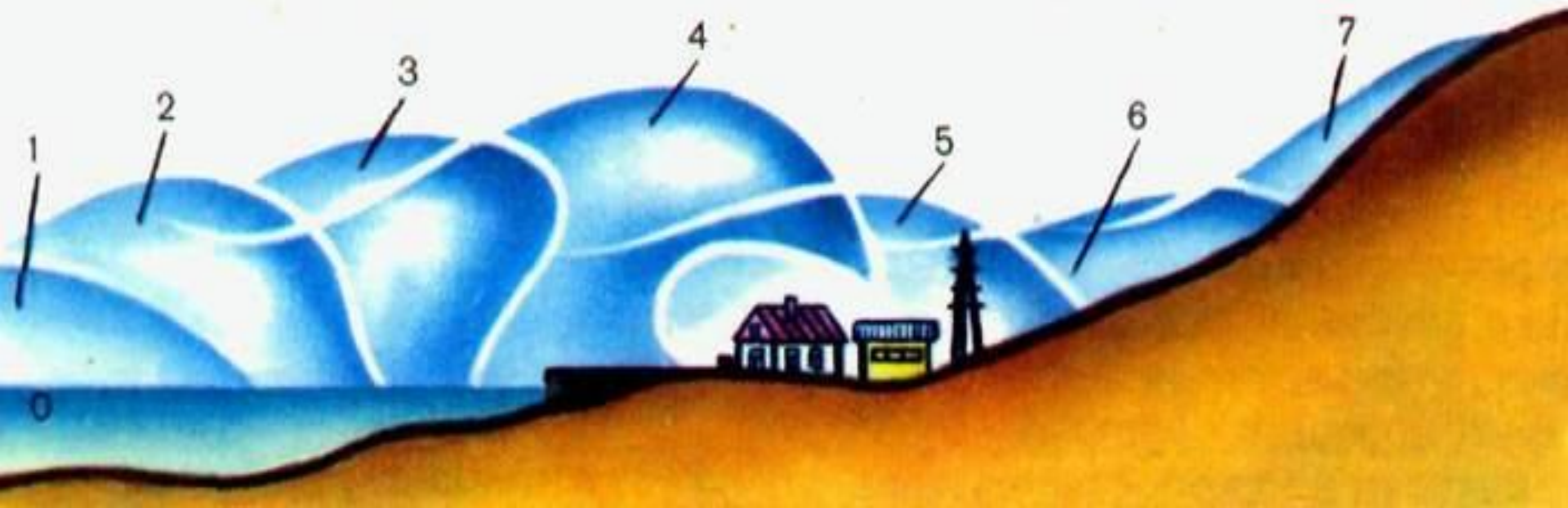
ФИЗИКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЦУНАМИ

Рассматривая движение цунами по океанским просторам, необходимо принять во внимание огромную длину этих волн, во много раз превышающую глубины океанов. Для волн цунами все моря и океаны являются мелкой водой. Скорость распространения цунами описывается формулой: $V = \sqrt{g \cdot H}$. Допустим, что глубина океана равна 4 км. Подставляя в упомянутую формулу значения $g = 10 \text{ м/с}^2$ и $H = 4000 \text{ м}$, получаем и $V = 200 \text{ м/с} = 720 \text{ км/ч}$.

Высота и длина волны цунами (а значит, и ее энергия) зависят от силы подземных толчков, от того, насколько близко к поверхности дна находится эпицентр землетрясения, от глубины моря в данном районе. Очевидно, что волна цунами будет тем мощнее, чем крупнее масштабы смещения дна и чем быстрее совершаются эти смещения. Все это, однако, не влияет на скорость волны, цунами, которая определяется фактически только глубиной океана. В разных точках океана глубина различна; соответствующим образом будет изменяться и скорость цунами. Зная рельеф океанского дна и место зарождения цунами, можно рассчитать, через какое время волна добежит до того или иного побережья.



ФИЗИКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЦУНАМИ



На рисунке показано в общих чертах, как изменяется профиль волны цунами на последнем этапе. Здесь 0 - уровень спокойного моря, 1- 7 последовательные профили волны, обрушивающиеся на берег и выбрасывающей на него огромные массы воды.



ЦУНАМИ



ЦУНАМИ



ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Описание

Шкала Рихтера

Типы геологических разломов

Карта землетрясений

Изображение

Видеоролик



ОПИСАНИЕ

Землетрясение, *геол.*, заметные колебания земной коры, происходящие от действия внутренних сил. Различают медленные, слабо заметные колебания и быстрые разрушительные перемещения пластов земной коры. Последние известны под землёй в тесном смысле, причины землетрясения: смещение, оседание пластов земной коры, провалы вследствие размывов и вообще действия воды и вулканические явления. Последние сопровождаются выделением водяных паров, газов, шлака, грязи. Для изучения Земли устроены особые станции (сейсмические) с приборами (сейсмометрами), отмечающими быстроту распространения колебаний земной коры.



ОПИСАНИЕ

Очаг землетрясения: сейсмические волны рождаются в некотором объёме внутриземного пространства - это и есть **очаг землетрясения**. Во все стороны расходятся упругие волны - так называемые **сейсмические волны**. В пределах очага происходит разрыв подземных пород и **смещение** их по этому разрыву. Разрыв начинается в какой-то точке там, где механическое напряжение велико, а сопротивление пород разрыву относительно мало. От этой точки и развивается процесс смещения пород. Эта точка и есть – **фокус** или, иначе **гипоцентр** землетрясения. Точка на поверхности земли, находящаяся над фокусом землетрясения, называется **эпицентром**.



ОПИСАНИЕ

Различают два типа сейсмических волн:

а) **объёмные**

б) **поверхностные.**

а) Объёмные волны распространяются во все стороны от очага сквозь объём, заполненный подземными породами.

б) Поверхностные волны распространяются в приповерхностных слоях земной оболочки, они порождаются объёмными волнами.

Особенно опасны поперечные сейсмические волны – именно они раскачивают вверх-вниз, а также из стороны в сторону всё, что находится на поверхности. Поперечные сейсмические волны производят значительно больше разрушений, чем продольные. Скорость поперечных объёмных волн примерно вдвое меньше скорости продольных объёмных; ещё медленнее распространяются поверхностные волны.



ШКАЛА РИХТЕРА



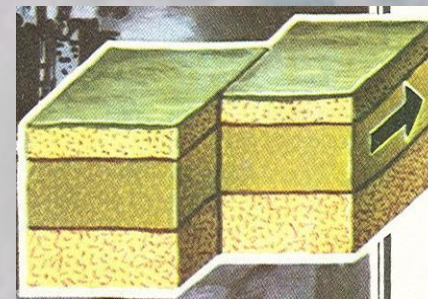
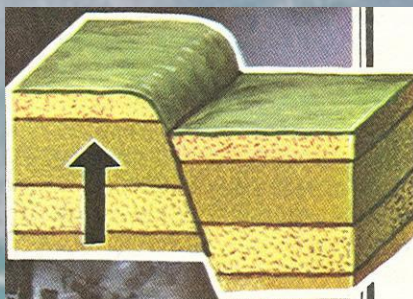
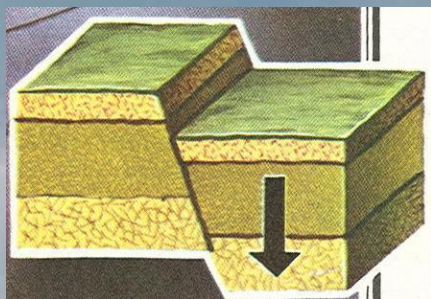
Интенсивность землетрясений на поверхности земли оценивают в баллах. Применяется 12-бальная шкала. Интенсивность зависит от: мощности подземного разрыва (как много энергии выделилось внутри очага); насколько глубоко залегает очаг землетрясения; от того, каков характер подземных пород в данном месте (как быстро затухают в этих породах сейсмические волны).

Количество выделившейся в очаге энергии характеризуется условной безразмерной величиной, называемой **магнитудой**. Чем больше энергия, тем больше магнитуда.



ТИПЫ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАЗЛОМОВ

Разрыв подземных пород – **разлом**. Разлом может образоваться под действием различных механических усилий – растяжения, сжатия, сдвига. Соответственно различают **три** основных типа геологических разломов.



1. **нормальный сброс** – растягивающие усилия приводят к тому, что некоторый объём породы соскальзывает вниз.
2. **обращённый сброс** – при сжатии часть породы может быть "выдавлена" вверх.
3. **поперечный сброс** – перемещение одного объёма породы относительно другого при наличии сдвигающих усилий.



ТИПЫ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАЗЛОМОВ

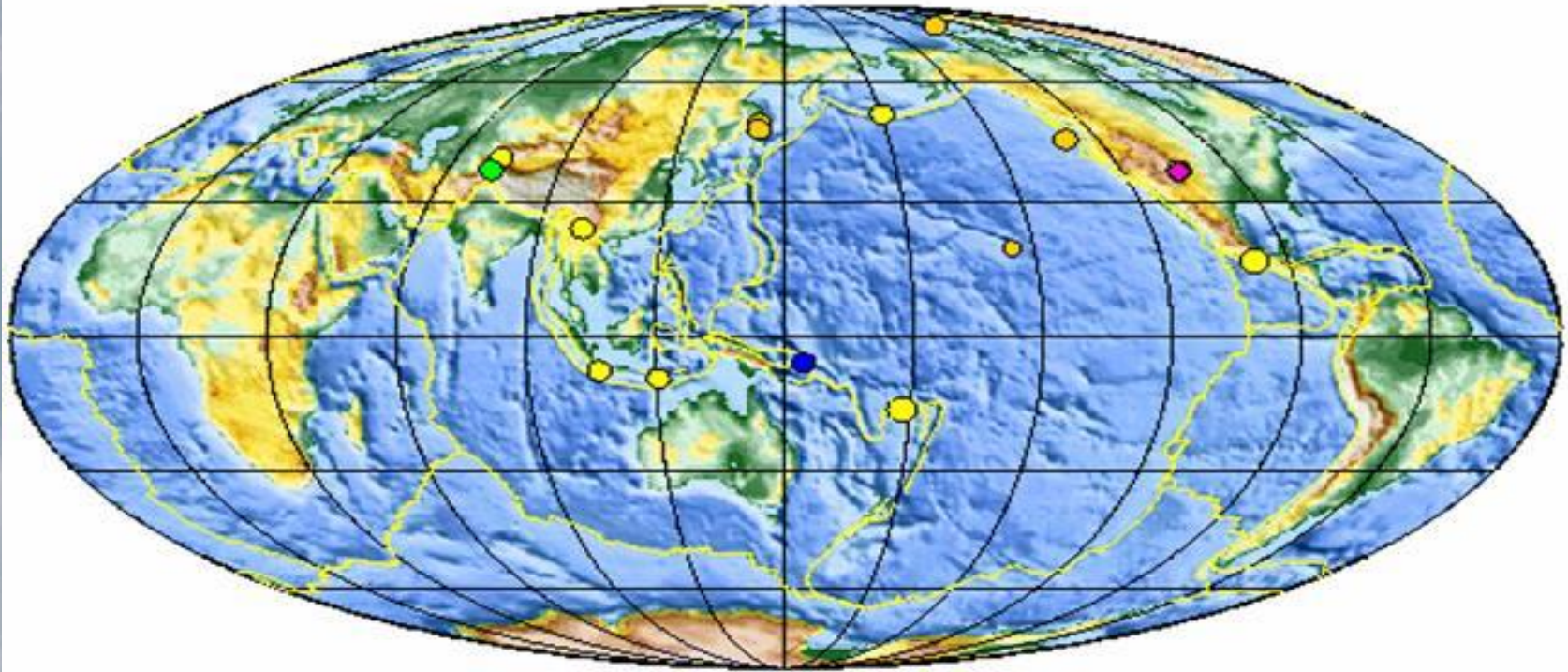
3-поперечный сброс: рассмотрим используя *гипотезу упругой отдачи*. Красным цветом показана мысленно выделенная область подземных пород; вдоль синей линии залегают относительно слабые породы.

Ситуации:

а) отсутствуют какие – либо механические напряжения.
б) возникли сдвигающие усилия (показаны стрелками). В этом случае происходит искривление границ выделенной области – породы деформируются. По *мере нарастания деформаций в породах постепенно накапливается энергия*. Это напоминает постепенное накапливание потенциальной энергии в **сжимаемом** упругом теле, как в пружине. Рано или поздно напряжение в деформированных породах становятся настолько значительными, что слабые породы (вдоль синей линии) не выдерживают напряжений, и происходит разрыв и сдвиг пород вдоль линии ослабления (ситуация 3). При этом накопившаяся в деформированных породах энергия **немедленно высвобождается** (как если бы сжатая пружина вдруг распрямилась), превращаясь в энергию сейсмических волн.



КАРТА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

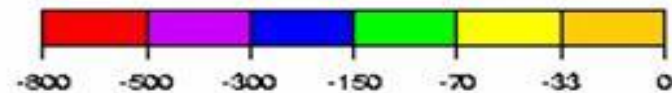


USGS национальный информационный центр по землетрясениям

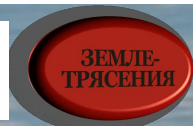
◆ наиболее часто встречающиеся



сила в баллах



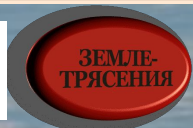
глубина в км



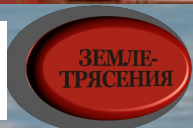
ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ



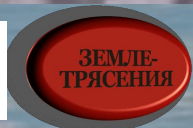
Опрокидывание здания при
землетрясении



ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ



ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ



ВУЛКАНЫ

Физическая природа вулканизма

Типы вулканов

Изображение

Видеоролик



ФИЗИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ВУЛКАНИЗМА

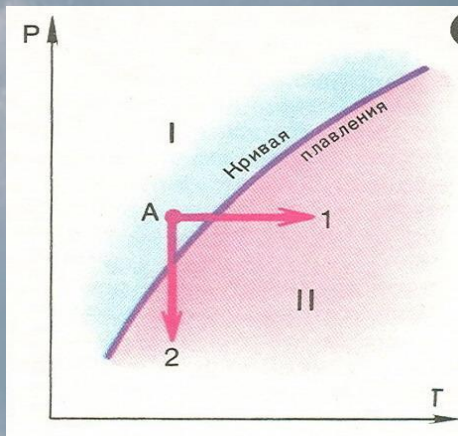
В некоторой точке земли произошло землетрясение. Тотчас во все стороны от очага землетрясения побегут сквозь земную толщу **упругие волны**. Изучение сейсмических исследований поможет нам разобраться в **физической природе вулканизма** (мысленное путешествие вглубь земли).

1. Твердая наружная оболочка земного шара - **литосфера**
2. **Астеносфера.**

По мере спуска в недра земли температура постепенно повышается. **Одновременно с повышением температуры растёт давление в земных глубинах.**



ФИЗИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ВУЛКАНИЗМА



p - давление; T -температура

В области I на рисунке вещество находится в твёрдом состоянии

В области II - в жидком состоянии

В точке А твёрдое состояние, легко переходит в жидкое при небольшом понижении давления или повышении температуры. При небольшом увеличении температуры (стрелка 1) или при небольшом понижении давления (стрелка 2) происходит переход из области I в область II - вещество переходит из твёрдого состояния в расплавленное, возникает жидкая магма. Жидкие расплавы, поднимающиеся по жерлу вулкана, называют **магмой**. Когда магма достигает поверхности и изливается, её называют - **лавой**. Они отличаются друг от друга не только температурой, но и по составу: содержащиеся в магме различные газы могут практически отсутствовать в лаве, они выделяются из магмы и поступают в земную атмосферу. Источником первичных расплавов магмы является астеносфера. Если в каком-то районе вдруг снижается давление (например, при смещении участков литосферы) твёрдое вещество астеносферы тотчас превращается в жидкий расплав, т.е. в магму. По глубинным разломам магма может подняться в область литосферы и, в конечном счёте вызвать вулканические явления на поверхности Земли.



ТИПЫ ВУЛКАНОВ

Вулканы бывают:

- 1) Центрального типа.
- 2) Линейного типа.

1. Центральный тип

У вулкана центрального типа роль выводного канала для магмы выполняет не система трещин, а жерло - своеобразная труба, ведущая от подземного магматического очага к поверхности.

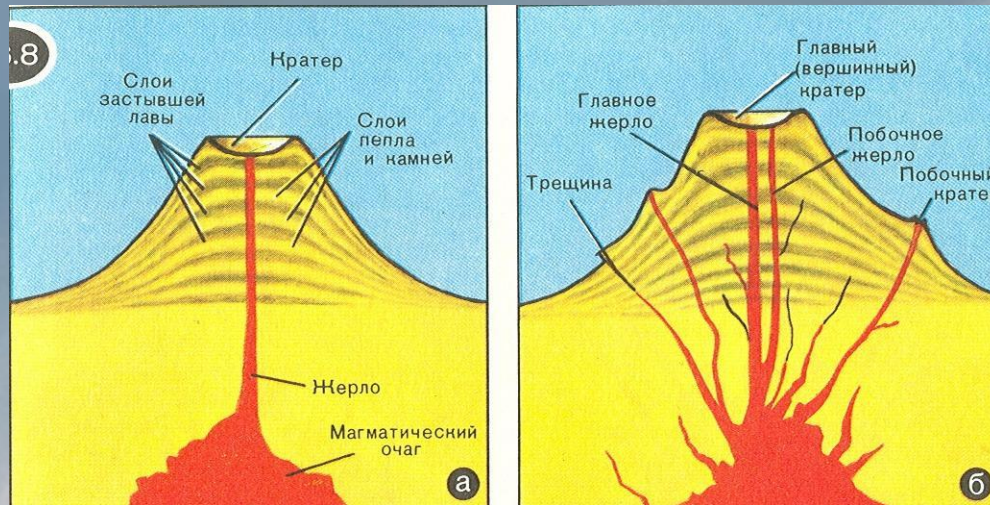
Существуют три разновидности центральных вулканов:

- а) Стратовулкан
- б) Стратовулкан с кальдерой
- в) Щитовой вулкан

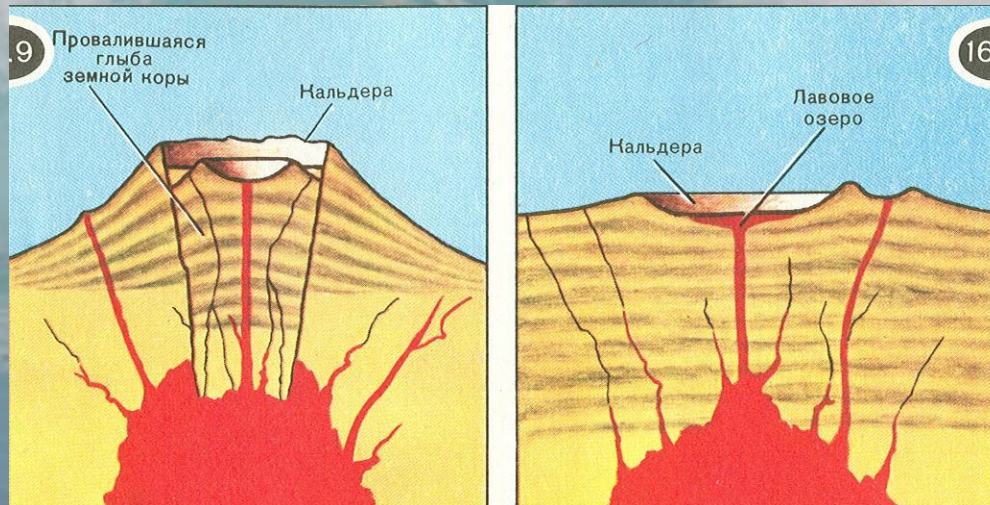


ТИПЫ ВУЛКАНОВ

Вертикальный разрез стратовулкана



Вертикальный разрез стратовулкана с кальдерой (а) и щитового (б)



ВУЛКАНЫ



ВУЛКАНЫ



ВУЛКАНЫ



ГЕЙЗЕРЫ

Определение

Физика гейзера

Изображение

Видеоролик



ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Гейзеры - источники, которые периодически, через определённые промежутки времени выбрасывают фонтаны горячей воды и пара. Главная отличительная черта гейзеров - **периодичность действия**. Промежутки времени различны.



ФИЗИКА ГЕЙЗЕРА

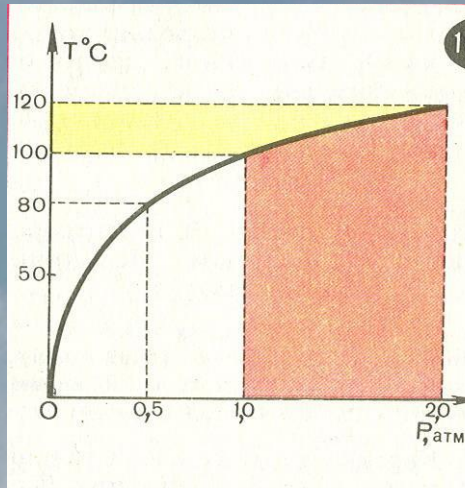
Гейзеры располагаются вблизи действующих или сравнительно недавно уснувших вулканов. Распространяющаяся от магматического очага теплота нагревает почти до кипения подземные воды, которые заполняют трещины и разломы вблизи земной поверхности. Извержения гейзеров не имеют ничего общего с извержением вулканов. Однако для извержения гейзеров необходима теплота, поступающая от вулканов. Поэтому гейзеры принято рассматривать как вторичные вулканические явления.

Температура кипения воды зависит от давления. С увеличением давления температуры кипения повышается.



ФИЗИКА ГЕЙЗЕРА

График зависимости температуры кипения от давления

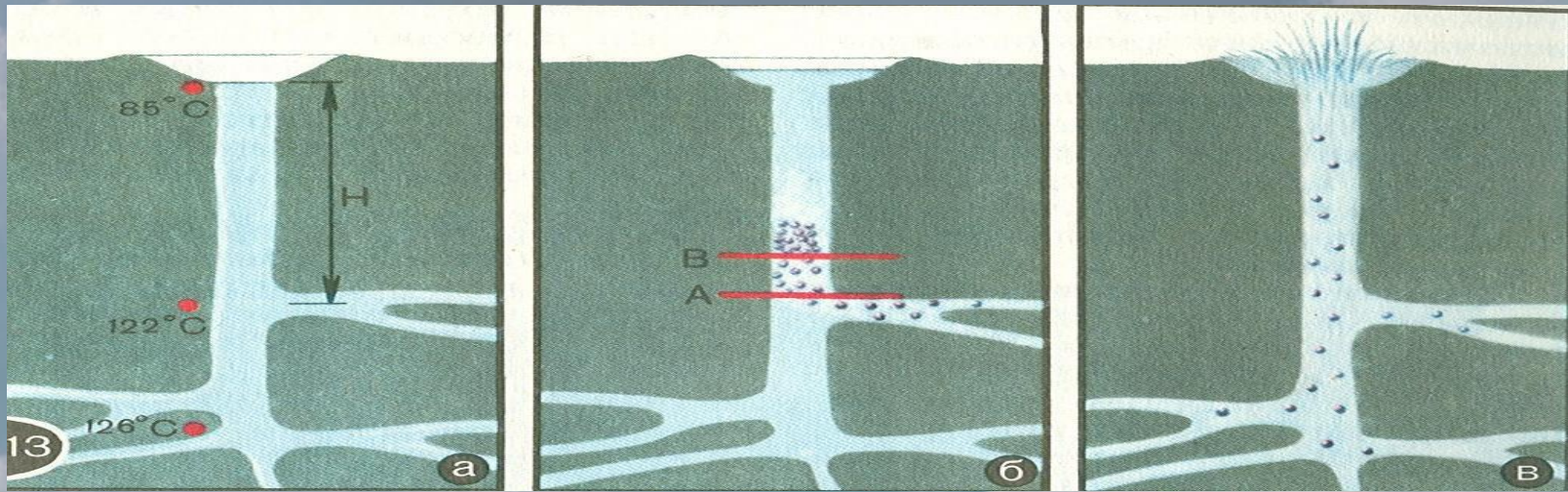


T - температура кипения
 P - давление

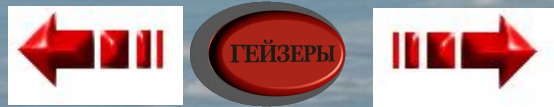
При $p=1\text{атм}$ имеем $T=100\text{°C}$. Когда давление понижается до $0,5\text{ атм}$, температура кипения уменьшается до 80°C . При повышении давления до 2 атм температура кипения увеличивается до 120°C .



ФИЗИКА ГЕЙЗЕРА



Например: на глубине $H=13$ м давление несколько выше 2атм, так что, T кипения=1240 С, вода же на этой глубине имеет, как мы уже сказали, $T=1220$ С, т. е. на 20 ниже температуры кипения. А если по одному из боковых протоков в трубку поступила порция пара. Пар вошёл трубку на глубине $H=13$ м и поднял воду, находившуюся на уровне А, до уровня В, расположенного двумя метрами выше, при этом масса воды в объёме, соответствующем двум метрам трубки, перелилась в бассейн. В результате подъёма вода, имеющая $T=1220$ С, переместилась с глубины 13 м на глубину 11 м, где T кипения=1210 С. T кипения воды в рассматриваемой области трубки оказывается выше T кипения.

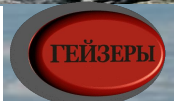


ФИЗИКА ГЕЙЗЕРА

Вода немедленно закипает. При кипении образуется пар, который ещё выше поднимает воду в верхней половине трубки, заставляя её выливаться в бассейн. По мере перехода воды из трубки в бассейн давление на нижние слои воды в трубке продолжает уменьшаться, и наступает момент, когда закипает вся оставшаяся в трубке масса воды. В этот момент образуется сразу большое количество пара; расширяясь, он с огромной скоростью устремляется вверх, выбрасывая остатки воды из трубки и часть воды из бассейна - *происходит извержение гейзера.*



ГЕЙЗЕРЫ



ГЕЙЗЕРЫ



ГЕЙЗЕРЫ



МОЛНИЯ

Описание

Физика линейной молнии

Шаровая молния

Физическая природа шаровой молнии

Изображение

Видеоролик



ОПИСАНИЕ

Молния - мощный электрический разряд, возникающий при достаточно сильной электризации туч.

1. **Линейная**
2. **Ленточная**
3. **Шаровая**



ФИЗИКА ЛИНЕЙНОЙ МОЛНИИ

Линейная молния представляет собой **несколько импульсов**, быстро следующих друг за другом. Каждый импульс- это пробой воздушного промежутка между тучей и землёй, происходящий в виде искрового разряда.

Начальный импульс состоит из двух стадий: **сначала образуется канал разряда между тучей и землёй, а затем по образовавшемуся каналу быстро проходит импульс основного тока**



ФИЗИКА ЛИНЕЙНОЙ МОЛНИИ

Первая стадия (образование канала):

В нижней части тучи формируется электростатическое поле очень большой напряжённости- $10^5 \dots 10^6$ В/м. Свободные электроны получают в таком поле огромные ускорения. Эти ускорения направлены **вниз**, поскольку нижняя часть тучи заряжена отрицательно, а поверхность земли положительно. На пути от одного столкновения до другого электроны приобретают значительную кинетическую энергию. Поэтому, сталкиваясь с атомами или молекулами, они **ионизируют** их. В результате рождаются новые (вторичные) электроны, которые в свою очередь, ускоряются в поле тучи, а затем в столкновениях ионизируют новые атомы и молекулы. Возникают целые **лавины** быстрых электронов, образующие у самого "дна" тучи плазменные "нити"- **стримеры**. Сливаясь друг с другом, стримеры дают начало **плазменному каналу**, по которому впоследствии пройдёт импульс основного тока. Этот развивающийся от "дна" тучи к поверхности земли плазменный канал наполнен свободными электронами и ионами и поэтому может хорошо проводить электрический ток. Его называют **лидером** или, **ступенчатым лидером**, так как канал формируется не плавно, а скачками- "ступенями".

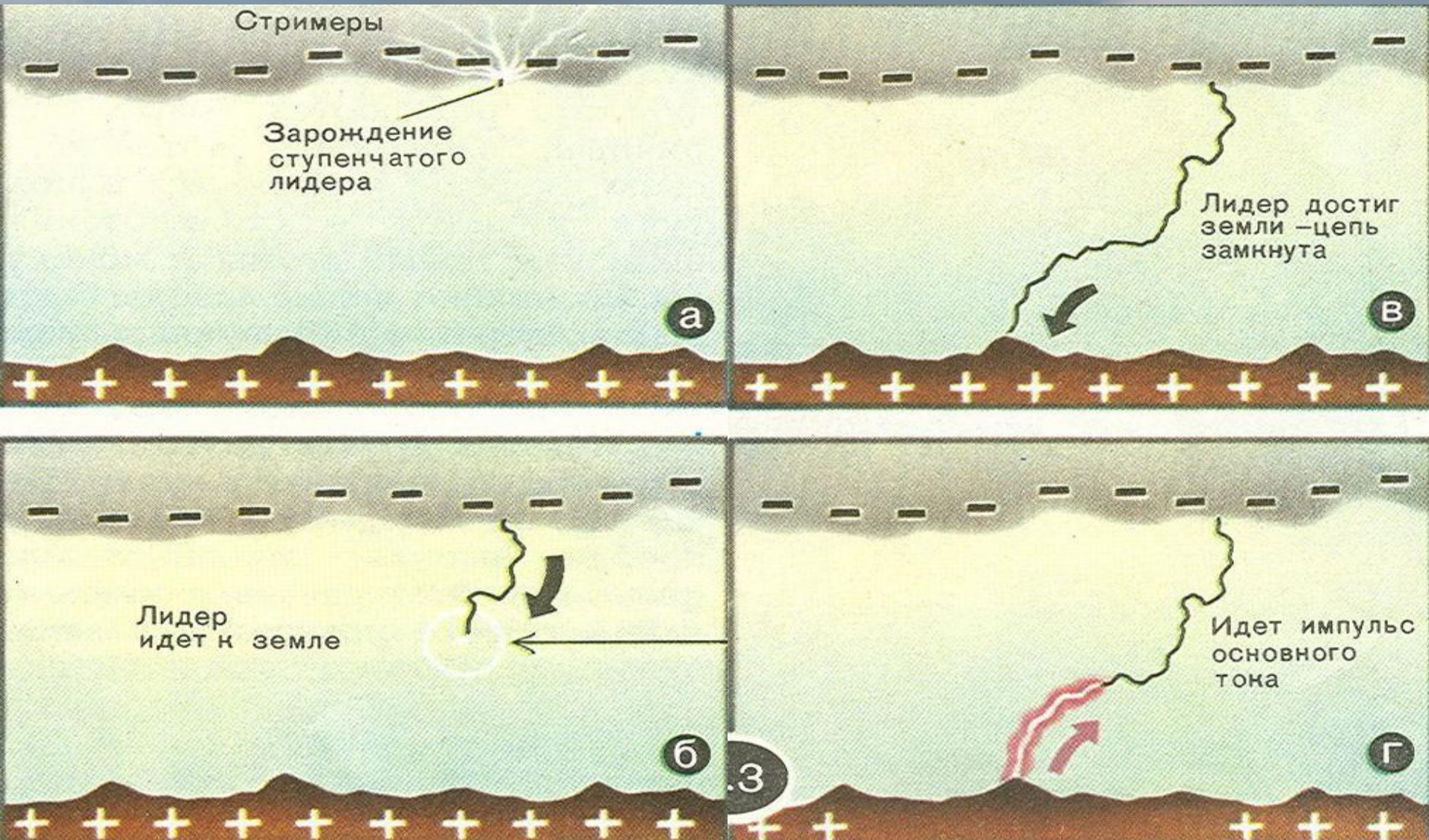


ФИЗИКА ЛИНЕЙНОЙ МОЛНИИ

Головка лидера выскакивает из тучи и движется к земле с огромной скоростью (порядка 10^7 м/с). Пройдя около 50м, она внезапно останавливается. Остановка длится около 50мкс. Лидер как бы "набирает сил", как бы "размышляет", в каком направлении ему двигаться далее. Затем следует бросок ещё на 50м, причём совсем не обязательно в направлении предыдущего броска, - и снова остановка на 50мкс. Так отдельными бросками (ступенями) головка лидера постепенно приближается к земной поверхности, оставляя позади себя канал разряда в виде прихотливой ломаной линии. Лидер светится относительно слабо, он почти не виден; при высокоскоростной фотосъёмке его головка выглядит небольшим светлым пятнышком, рывками перемещающимся к земле.



ФИЗИКА ЛИНЕЙНОЙ МОЛНИИ



ФИЗИКА ЛИНЕЙНОЙ МОЛНИИ

Вторая стадия: протекает быстро и мощно

По проложенному лидером пути устремляется основной ток. Импульс тока длится примерно 0,1мс. Сила тока достигает значений порядка 10^5 А. Выделяется значительное количество энергии (до 10^9 Дж). температура газа в канале достигает $(1...2) \times 10^4$ К. Вот теперь как раз и рождается тот необычайно яркий свет, который мы наблюдаем при разряде молнии, и возникает гром, вызванный резким расширением внезапно нагретого газа.

Существенно, что и свечение, и разогрев плазменного канала развиваются в направлении от земли к туче, т.е. **снизу вверх**. (Так как, когда канал образовался - головка лидера достигла земли, вниз соскакивают, прежде всего, те электроны, которые находились в самой нижней его части; поэтому нижняя часть канала первой начинает светиться и разогреваться. Затем к земле устремляются электроны из следующей, более высоко находящейся, части канала; начинаются свечение и разогрев этой части. И так постепенно - от низа до верха - в движении к земле включаются все новые и новые электроны; в результате свечение и разогрев канала распространяются в направлении снизу вверх.)



ФИЗИКА ЛИНЕЙНОЙ МОЛНИИ

После того как прошёл импульс основного тока, наступает пауза длительностью от 10 до 50 мс. За это время канал практически гаснет, его температура падает примерно до 103 К, степень ионизации канала существенно уменьшается.

Однако в туче ещё сохранился большой заряд, поэтому новый лидер устремляется из тучи к земле, готовя дорогу для нового импульса тока. Новый лидер идёт по пути, который был проторен начальным лидером, - ведь на этом пути сохранилось ещё много ионов. Поэтому новому лидеру не приходится "выбирать дороги", он без остановок, за время порядка 1 мс, пробегает весь путь сверху донизу. Его теперь называют не ступенчатым, а стреловидным лидером. И снова следует мощный импульс основного тока, распространяющийся по восстановленному каналу снизу вверх. После очередной паузы, измеряемой десятками миллисекунд, всё повторяется. В итоге высвечиваются несколько мощных импульсов, которые мы, естественно, воспринимаем как единый разряд молнии, как единую яркую вспышку. Но не всегда стреловидный лидер следует точно и полностью по пути, проложенному ступенчатым лидером. В какой-то точке этого пути он может вдруг "предпочесть" изменение дальнейшего маршрута. И тогда мы наблюдаем молнию в форме раздвоенной ломаной линии.



ШАРОВАЯ МОЛНИЯ

Шаровая молния - светящееся шаровидное образование, наблюдаемое во время грозы в воздухе, как правило, вблизи поверхности. Шаровая молния живёт десятки секунд, минуты. Она совсем или почти бесшумна. Она непредсказуема: неизвестно, куда именно направится светящийся шар в следующее мгновение, как он прекратит своё существование (тихо или со взрывом). Как правило, она имеет достаточно чёткую поверхность. Возникнув где-то в тучах, она **опускается** поближе к поверхности земли. Тут она движется **почти горизонтально**, обычно повторяя рельеф местности. И как правило **обходит**, огибает проводящие ток объекты и, в частности, людей. А также обнаруживает явное "желание" проникать **внутрь помещений**. Молния **немного тяжелее воздуха** - стремиться всегда опуститься вниз. Её плотность составляет $(1...2) \times 10^{-3}$ г/см³.

Разницу между силой тяжести и выталкивающей (архимедовой) силой компенсируют конвекционные воздушные потоки, а также сила, с которой действует на молнию атмосферное электрическое поле. Во время грозы земля и объекты на ней заряжаются положительно, значит, шаровая молния, обходящая объекты и копирующая рельеф, также **заряжена положительно**. Если встретится предмет заряженный отрицательно, молния притянется к нему и скорее всего взорвётся.



ШАРОВАЯ МОЛНИЯ

С течением времени заряд в молнии может измениться, и тогда меняется характер её движения. Значит, шаровая молния очень чутко реагирует на электрическое поле вблизи поверхности земли, на заряд, имеющийся на объектах, которые оказываются на её пути. Ещё она стремится переместиться в те области пространства, где напряжённость поля меньше; этим можно объяснить частое появление шаровых молний внутри помещений. Шаровая молния имеет способность проникать в помещение **сквозь щели и отверстия**, размеры которых много меньше размеров самой молнии. Проходя сквозь малые отверстия, молния **очень сильно деформируется**, её вещество как бы переливается через отверстие. А способность шаровой молнии сохранять форму шара указывает на наличие **поверхностного натяжения** у вещества молнии. Скорость движения молнии невелика: 1...10 м/с. Внутри помещения молния может на некоторое время даже останавливаться, зависая над полом. Живёт шаровая молния примерно от 10с до 1мин. Наиболее долго живут молнии диаметром 10...40 см.



ШАРОВАЯ МОЛНИЯ

Существуют три способа прекращения существования молнии:

- 1) Взрываются-55%
- 2) Угасают (из-за нехватки энергии накопленной в ней).
- 3) Распадаются на части (из-за развития неустойчивости внутри)-15%

Маленькие молнии обычно угасают, большие распадаются на части.

Энергия шаровой молнии принимает значения от нескольких килоджоулей до нескольких сотен килоджоулей, а плотность энергии лежит в пределах примерно от 1 до 10 Дж/см³.

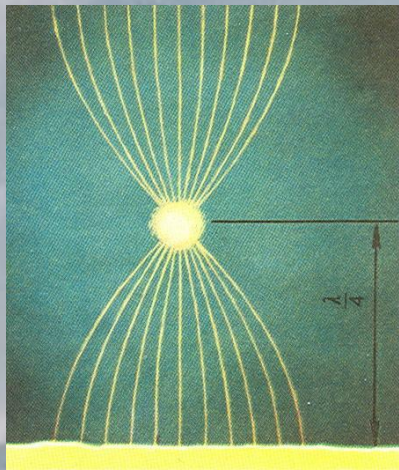


ФИЗИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ШАРОВОЙ МОЛНИИ

Возможно, что это не *единое* явление, а *несколько* явлений.

Существуют две группы гипотез физической природы молний:

1. Согласно которым шаровая молния непрерывно получает энергию извне. (каким-то образом получает энергию накапливающуюся в облаках и тучах, причём тепловыделение в самом канале оказывается незначительным, так что вся передаваемая энергия сосредоточивается в объёме шаровой молнии, вызывая её свечение.



Сама шаровая молния рассматривается как пучность электрического поля стоячей электромагнитной волны, находящейся на расстоянии четверти длины волны от поверхности земли или какого-либо проводящего объекта. В области этой пучности напряжённость поля очень высока, и здесь образуется сильно ионизированная плазма, которая и является веществом молнии. Эта гипотеза не объясняет характера перемещения шаровой молнии, её блуждания.

Шаровая молния – это самостоятельное существующее тело.



ФИЗИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ШАРОВОЙ МОЛНИИ

2. Согласно которым шаровая молния после своего возникновения становится **самостоятельно существующим объектом**. Этот объект состоит из некоего вещества, внутри которого происходят процессы, приводящие к выделению энергии:

а) предположение Смирнова Б. М. о **химической природе** шаровой молнии.

б) **шаровая молнии состоит из положительных и отрицательных ионов**. Ионы образуются за счёт энергии разряда линейной молнии. Затраченная на их образование энергия как раз и определяет запас энергии шаровой молнии. Она высвобождается **при рекомбинации ионов** (т.е. при столкновении ионов, сопровождающихся переходом электронов от отрицательных ионов к положительным, в результате чего ионы превращаются в нейтральные атомы или молекулы).



ФИЗИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ШАРОВОЙ МОЛНИИ

Благодаря электростатическим (кулоновским) силам, действующим между ионами, объём, заполненный ионами, будет обладать поверхностным натяжением, что и определяет устойчивую шаровидную форму молнии. Но если положительные и отрицательные ионы будут равномерно "перемешаны" по объёму молнии, то они будут очень быстро рекомбинировать – за время порядка всего 10^{-9} с. Следовательно, такая шаровая молния не может существовать в течении секунд, не говоря о десятках секунд. Значит нужно задержать процесс рекомбинации ионов. Задержка могла бы быть связана с **разделением в пространстве ионов разного знака**. Но тут отсутствует физический механизм распределения ионов в пространстве. И между разделёнными зарядами возникли бы гигантские силы притяжения, которые невозможно уравновесить.



МОЛНИЯ



МОЛНИЯ

