

Журнал "Химия и жизнь"

№02, 1968

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 54
ББК 24
Ж92

Ж92 Журнал "Химия и жизнь": №02, 1968 / – М.: Книга по Требованию, 2021. – 102 с.

ISBN 978-5-458-61917-2

"Химия и жизнь" - научно-популярный журнал, который был основан с 1965 году. В создании журнала участвовали многие замечательные ученые и руководители химической отрасли, в том числе Николай Николаевич Семенов, Макс Исаакович Рохлин и многие другие. Главными творцами «Химии и жизни» стали заместитель главного редактора Михаил Черненко и ответственный секретарь Валентин Рабинович. Они отдали журналу не один десяток лет своей творческой жизни, именно они сделали знаменитую «Химию и жизнь», о которой быстро заговорили. В редакцию нового журнала были приглашены лучшие из лучших – редакторы Вера Черникова, Дита Осокина, Алексей Иорданский, Вячеслав Жвирблис, Ольгерт Либкин, Михаил Гуревич, Владимир Станцо, Юлия Зварич, Эдуард Михлин, Тамара Сулаева, главный художник Семен Верховский и другие.

ISBN 978-5-458-61917-2

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2021
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2021

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

СОВЕТСКОЙ АРМИИ 50 ЛЕТ

15 (28) января 1918 года Владимир Ильич Ленин подписал декрет о создании Рабоче-Крестьянской Красной Армии. 23 февраля были сформированы ее первые полки. Тот же день стал днем первых успешных боев нашей армии против интервентов под Псковом и Нарвой. В этот день ежегодно советская страна празднует День Советской Армии и Военно-Морского Флота.

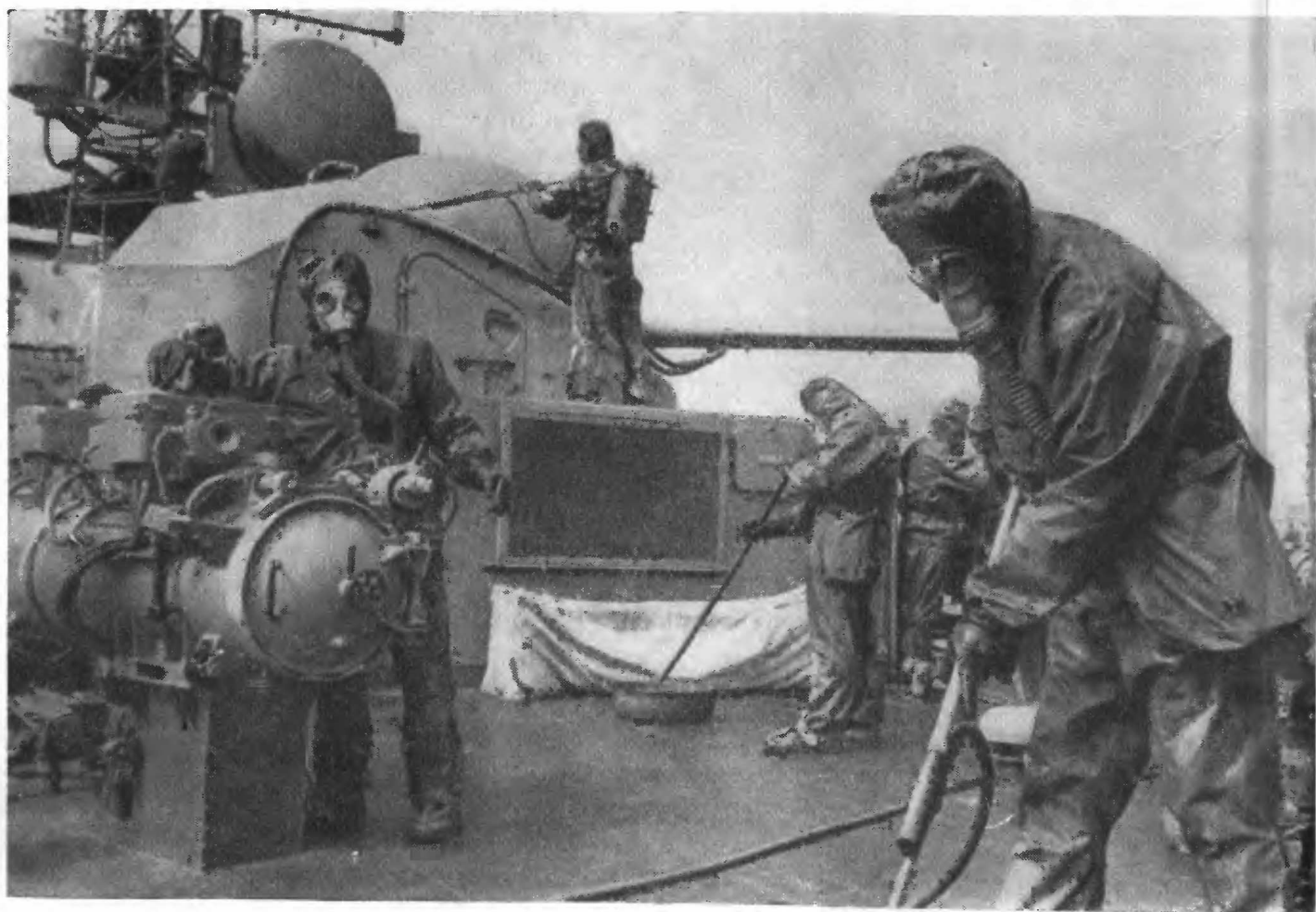
Неизмеримо возросла мощь Вооруженных Сил Советского Союза за 50 лет, прошедших со дня их первых побед. Сегодня наша армия располагает первоклассной и современной боевой техникой: стратегическими ракетами, термоядерным оружием, сверхзвуковыми самолетами, атомными подводными лодками, танками, бронетехникой, совершенными средствами связи. Могущество Советской Армии — одно из свидетельств коренных экономических преобразований, происшедших в нашей стране; современная военная техника создана на основе многочисленных достижений советских ученых, в том числе и химиков.

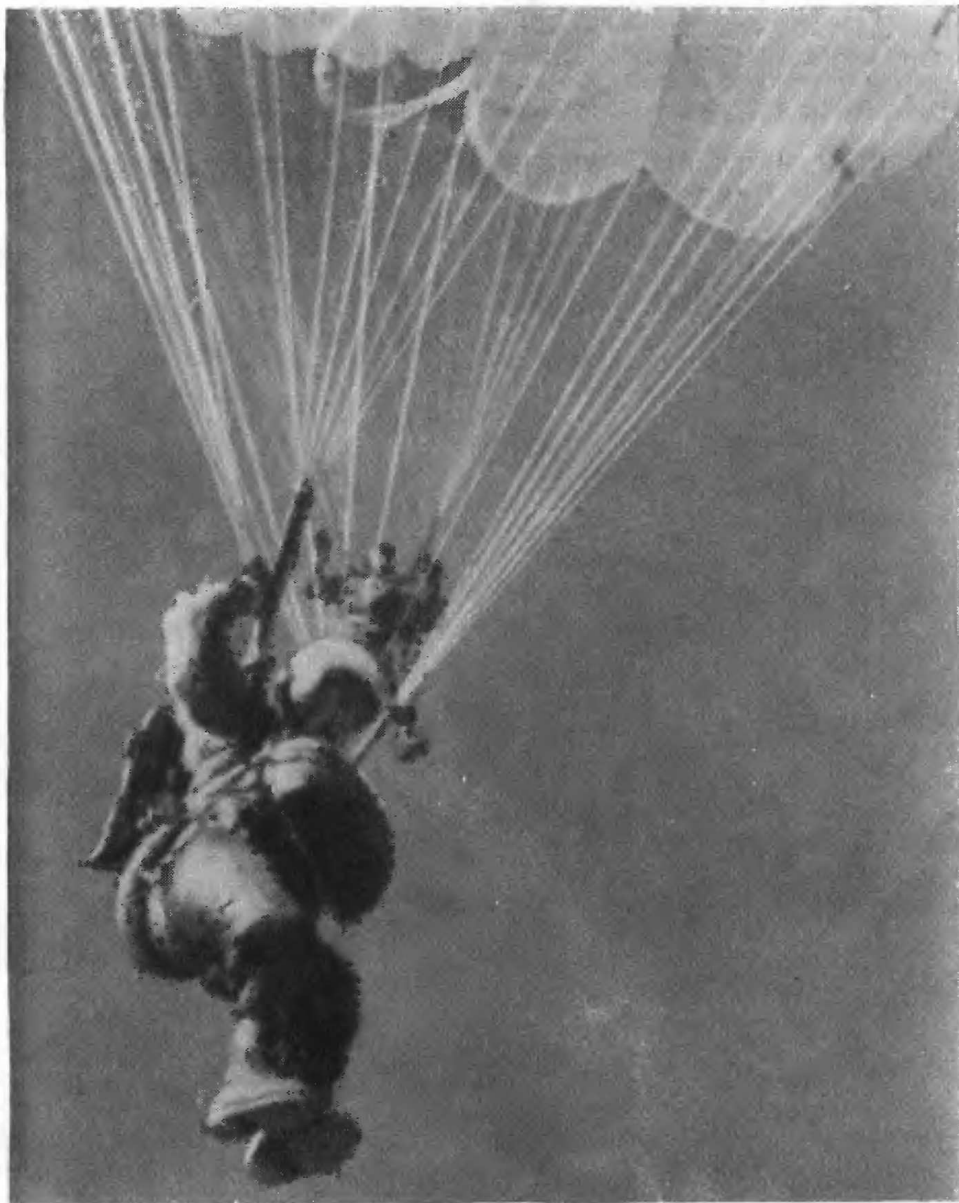
Материалы, помещенные на этих страницах, предоставлены нашему журналу редакцией журнала Министерства обороны СССР «Техника и вооружение». О содержании этого издания достаточно красноречиво говорит его название. Журнал рассказывает своим читателям о техническом оснащении нашей армии и флота, о новых конструкциях и материалах, о способах сбережения и ремонта военной техники.

**ТЕХНИКА
И
ВООРУЖЕНИЕ**

Любой командир знает, что такое ДДД. Эти три буквы расшифровываются так: дегазация, дезактивация, дезинфекция — то есть специальная обработка боевой техники, личного оружия и местности. Для проведения ее нужны многие химикаты, в частности, хлорная известь, гексахлормеламин, ди-хлорамин В, формалин и многие другие. На нижней фотографии показано проведение специальной обработки на военном корабле

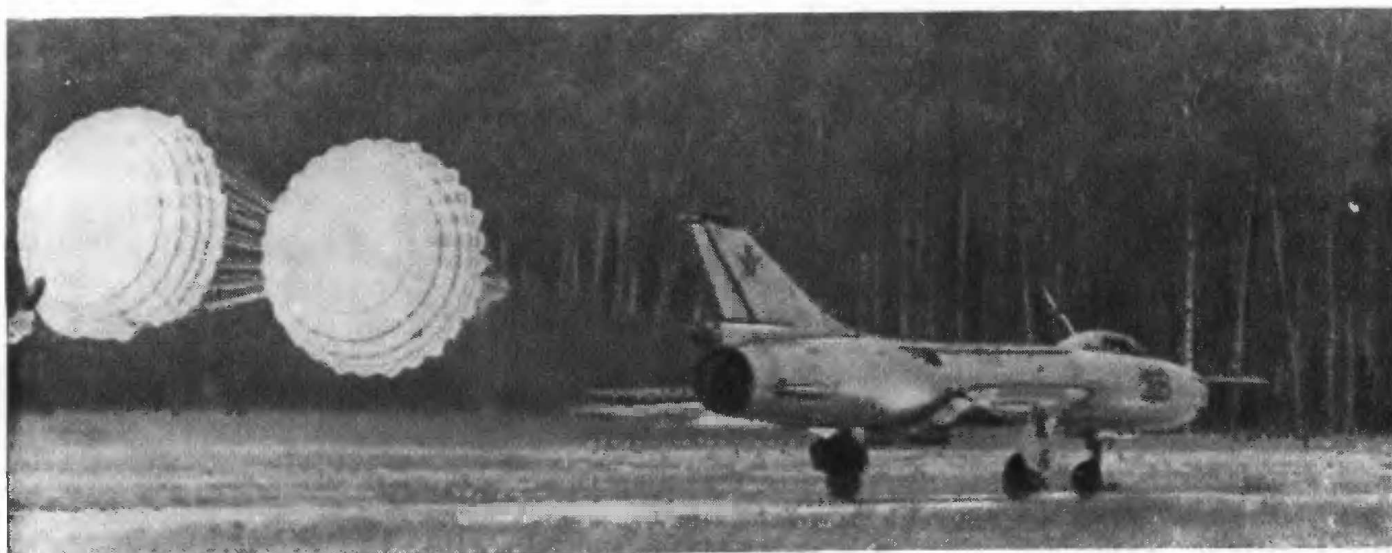
В 1916 году выдающийся русский химик Н. Д. Зелинский вместе с инженером Э. Л. Кумантом создал первый противогаз. Содержащийся в нем активированный уголь поглощал вредные газы и боевые отравляющие вещества. Современные противогазы способны защитить воинов от действия любого из отравляющих веществ. Такие аппараты полностью изолируют органы дыхания от окружающей среды, в них создана автономная система дыхания. Надевшему такой противогаз человеку не нужен воздух извне, причем запас кислорода в нем все время пополняется, так как одна из систем противогаза поглощает выдыхаемую двуокись углерода, другая вырабатывает кислород. В таком противогазе можно самостоятельно всплывать из затонувшей подводной лодки или боевой машины, работать в отравленной атмосфере, тушить пожары в корабельных отсеках





Параюты десантников — это тоже синтетика

В современном самолете более 2000 деталей и узлов, сделанных из полимерных материалов. А чтобы погасить скорость самолета на пробеге и тем самым уменьшить длину посадочных полос, используются тормозные парашюты из синтетических материалов. На нижнем снимке показан такой парашют в действии



... В НЕБОЛЬШОМ местечке ПОГГНО-тре-крочи, неподалеку от церкви
возник светящийся огненный шар. спустя некоторое время священник, дом кото-
рого примыкал к церкви, вдруг заметил такой же шарик, но поменьше, в стекле ке-
росиновой лампы. снизу шарик казался закопченным, остальная его часть перели-
валась всеми цветами радуги.
когда шарик выскочил. наконец, из лампы, он взорвался с ужасающим грохотом,
который был слышен далеко в окрестностях.



ШАРОВАЯ МОЛНИЯ: СТО ТЕОРИЙ И ГИПОТЕЗ

И. М. ИМЯНИТОВ,
Д. Я. ТИХИЙ,
Ленинград

Рисунки
Д. ЛИОНА

ПРИГЛАШЕНИЕ К ОТКРЫТИЮ

В январе 1948 г. на одной из американских военно-воздушных баз был замечен в небе предмет, по форме напоминавший «шарик мороженого с красной верхушкой».

Летчик, который вел самолет, поднявшийся для исследования непонятного явления, погиб. До сих пор высказывается мысль, что «шариком мороженого», ставшим причиной гибели летчика, могла быть шаровая молния.

Что же известно сегодня науке о шаровой молнии?

Шаровая молния — это возникающее во время гроз светящееся тело шаровой или грушевидной формы, размер которого достигает 10—20 сантиметров, а в отдельных случаях и нескольких метров. Молния издает шуршащий или шелестящий звук, порой она свистит, завывает, жужжит и, разбрасывая искры, движется как по ветру, так и независимо от его направления. Цвет шаровой молнии меняется от оранжево-красного до ослепительно белого, он бывает голубым и зеленым. Существует шаровая молния от 3—5 секунд до нескольких минут. Исчезает она со взрывом или, наоборот, беззвучно.

Наблюдатели обычно описывают только те свойства шаровой молнии, которые больше всего их поразили: цвет, звук, размеры и тому подобное. Поэтому нам ничего неизвестно о том, засвечивает ли она закрытую фотопленку, намагничивает ли железо, создает ли помехи радиоприемнику или телевизору (то есть излучает ли радиоволны). Одна из задач этой статьи — подготовить читателей журнала к возможной встрече с шаровой молнией, с тем чтобы они помогли собрать более полные данные об интереснейшем и пока плохо изученном явлении природы.

ЭНЕРГИЯ ШАРОВОЙ МОЛНИИ

Много вопросов хотелось бы задать шаровой молнии. И один из самых сложных — о характере и величине ее энергии. Действительно, трудно, почти невозможно понять, как может столь малое количество вещества выделять энергию, которой хватает порой на разрушение больших предметов и даже целых зданий.

Не раз предпринимались попытки подсчитать энергетический потенциал шаровой молнии. Вот один из примеров простейшего расчета.

Очевидцы утверждают, что шаровая молния величиной с кулак перебила телеграфный столб. Но известно, что для подрыва столба диаметром 20 см применяют четырехсотграммовую шашку тола (тринитротолуола); количество тола в граммах равно квадрату диаметра столба в сантиметрах. Следовательно, энергия шаровой молнии, перебившей столб, эквивалентна энергии, заключенной в 400 граммах тола. Конечно, энергии тола хватает на разрушение столба с избытком, но, видимо, и шаровая молния израсходовала далеко не всю энергию на эту работу.

Многие другие косвенные подсчеты показали, что в разных случаях энергия шаровой молнии эквивалентна энергии толового заряда весом от 500 граммов до 20 килограммов.

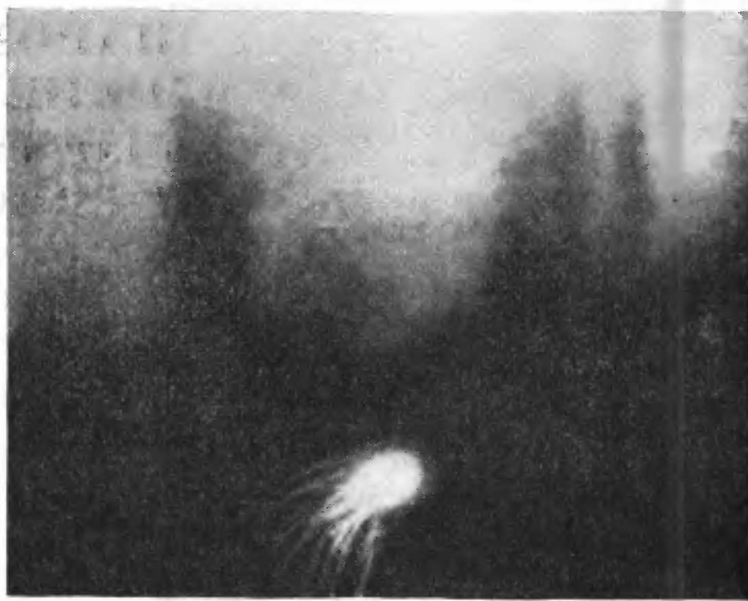
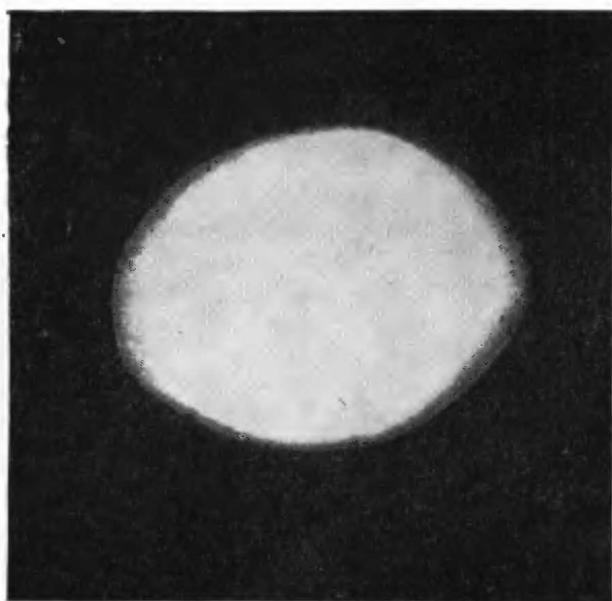
«Разве это много?» — скажут иные. Конечно много. Очень много! Впрочем, судите сами.

Шаровая молния диаметром 10—12 см имеет объем около 1000 см^3 . Она «плавает» в воздухе, следовательно, ее удельный вес такой же, как воздуха. Литр воздуха (1000 см^3) весит 1,3 грамма, значит, и молния весит около 1 грамма. Итак, молния весом около 1 грамма обладает такой же

Вот она такая — спокойная, безобидная на вид. Жаль только, что фотограф не дал масштаба

снимка и огненный шар не с чем сравнить по размерам

Порой за шаровой молнией тянется огненный след, как у кометы



энергией, как 500 граммов тола, то есть ее удельная энергия в 500 раз больше!

Но вернемся к истории изучения шаровой молнии. В ней есть страница, заполненная, если можно так сказать, самым объектом исследования. Однажды экспериментальную проверку энергетического потенциала провела сама шаровая молния. 5 ноября 1936 года в английской газете «Дейли Мейл» было опубликовано коротенькое письмо редактору.

«Сэр! Во время грозы я видел большой раскаленный шар, спустившийся с неба. Он ударил в наш дом, перерезал телефонные провода, зажег оконную раму и затем исчез в кадке с водой, стоявшей под окном.

Вода кипела затем в течение нескольких минут, но когда она достаточно остыла, чтобы можно было поискать шар, я ничего не смог обнаружить в бочке.

У. Моррис. Дорстоун, Херфордшир».

Письмо сопровождалось пояснением Королевского астронома, который объяснял, что читатель газеты наблюдал шаровую молнию, и уточнял, что «она не представляет собой громовую стрелу и, естественно, ваш корреспондент не мог найти в кадке с водой какого-либо материально-го предмета».

Английский ученый Ч. Бойс выяснил у Морриса важные детали: оказалось, что огненный шар был размером с большой апельсин, что воды в кадке было пример-

но 20 литров и что спустя 40 минут с того момента, как молния исчезла в кадке, вода, холодная до происшествия, была еще слишком горяча, чтобы можно было удерживать в ней руку. На основании этих данных другой исследователь, профессор Б. Гудлет произвел подсчет:

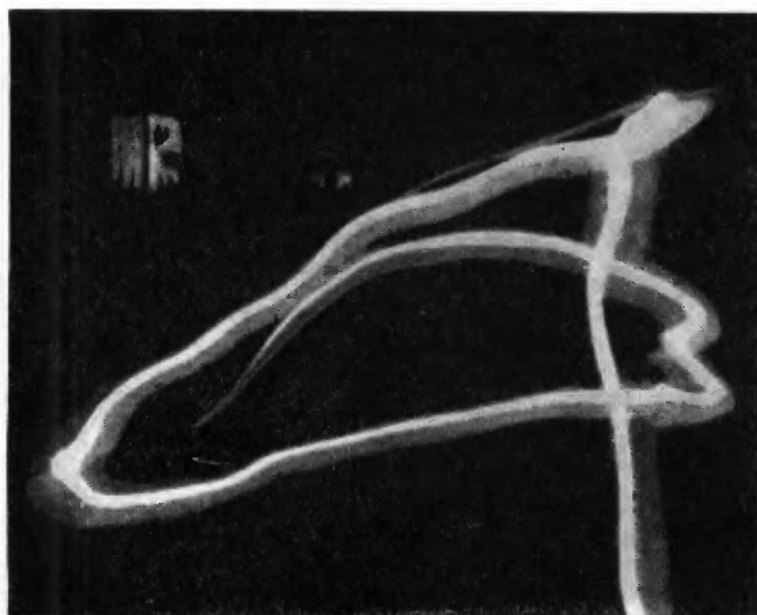
«...Вода слишком горячая, чтобы удерживать в ней руку — вероятно, речь идет о температуре более 60°C. Если начальная температура воды была 10°C, то мы получаем, что энергия шаровой молнии составляла, как минимум, 3800 киловатт-секунд (3,8 мегаджоуля). Если допустить, что вся вода была нагрета до 100°C и четыре фунта ее испарилось, энергия становится равной 10 940 киловатт-секундам (11 мегаджоулей)».

Шаровая молния размером с большой апельсин весит примерно 1 грамм. Таким образом, ее удельная энергия (энергия, отнесенная к 1 грамму) составляет в среднем 7,4 мегаджоуля/г. Попробуем определить температуру молнии. Допустим, что шаровая молния передала воде тепло как более горячее тело более холодному. Тело массой 1 грамм, нагретое 20 литров воды с 10 до 60 градусов, должно иметь температуру... три миллиона градусов!

Результат фантастический. Тем не менее продолжим рассуждения.

При такой температуре давление (Р) в шаровой молнии оказалось бы равным:

Глаз фотокамеры проследил полет шаровой молнии



$$P = nkT = 2,7 \cdot 10^{19} \times 1,38 \cdot 10^{-16} \times 3 \cdot 10^6 = 10\,000 \text{ атмосфер!}$$

Здесь n — число молекул в 1 см^3 газа при нормальных условиях; $k = 1,38 \cdot 10^{-16} \text{ эрг/градус}$ — постоянная Больцмана, коэффициент, связывающий кинетическую энергию молекулы с ее температурой; T — абсолютная температура (в нашем случае 3 миллиона градусов).

Совершенно очевидно, что, имея такое внутреннее давление, шаровая молния взорвалась бы много раньше, чем мы успели закончить наши рассуждения. Но может быть, в ней меньше вещества, чем мы предположили, и тогда... Тогда, во-первых, она не «плавала» бы в воздухе, а стремительно поднималась вверх и, во-вторых, температура ее должна была бы быть еще выше, что и вовсе невероятно.

По-видимому, шаровая молния отдавала энергию воде не как нагретое тело холодному, а, скажем, как холодный газ, который после сжигания в горелке плиты вызывает кипение воды. Кстати, в письме Морриса говорится, что «...вода кипела затем в течение нескольких минут», то есть тепло продолжало поступать в воду, хотя молнии уже не существовало. Не значит ли это, что в шаровой молнии имеются какие-то твердые вещества, аккумулирующие ее энергию?

Число известных гипотез и теорий о природе шаровой молнии приближается к ста. Не рассматривая все, разобьем их на несколько групп.

ЕСЛИ ШАРОВАЯ МОЛНИЯ — ОГОНЬ, ТО В НЕЙ СГОРАЮТ ИКС-ВЕЩЕСТВА С ТЕПЛОТВОРНОЙ СПОСОБНОСТЬЮ В СОТНИ РАЗ БОЛЬШЕЙ, ЧЕМ У ВСЕХ ИЗВЕСТНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Спросите человека, впервые увидевшего шаровую молнию, почему она светится. Горит, — скажет он, предложив самый простой ответ. Исследователи начинали с того же.

Когда-то считалось, что вещество шаровой молнии имеет особую химическую природу, а сами молнии суть горящие клубки газа. Один из первых ученых, описавших шаровую молнию, Франсуа Араго и Р. Хильдебрансон предположили, что шаровая молния — это шар с гремучими газами, пропитанный «молниевой материей». Шар зарождается в облаках и падает на землю. Внутренняя и наружная части шара наподобие конденсатора заряжены электричеством противоположных знаков. Между заряженными слоями находится прослойка изолятора — сухого воздуха. Электрический пробой изолирующего слоя может поджечь гремучие газы, и тогда происходит взрыв; тихое стекание электричества кончается бесшумным исчезновением молнии.

Другой французский исследователь Э. Матис считал, что в шаровой молнии сгорают соединения, имеющие свойства гремучести. Они возникают из воздуха под действием разряда линейной молнии. Силы поверхностного натяжения стягивают в шар образовавшуюся в канале линейной молнии «гремучую материю», а так как отношение поверхности шаровой молнии к ее объему примерно в 30 раз меньше, чем у линейной молнии, то охлаждается она во столько же раз медленнее и, следовательно, существует в десятки раз дольше, чем линейная молния: сотые, максимум десятые доли секунды.

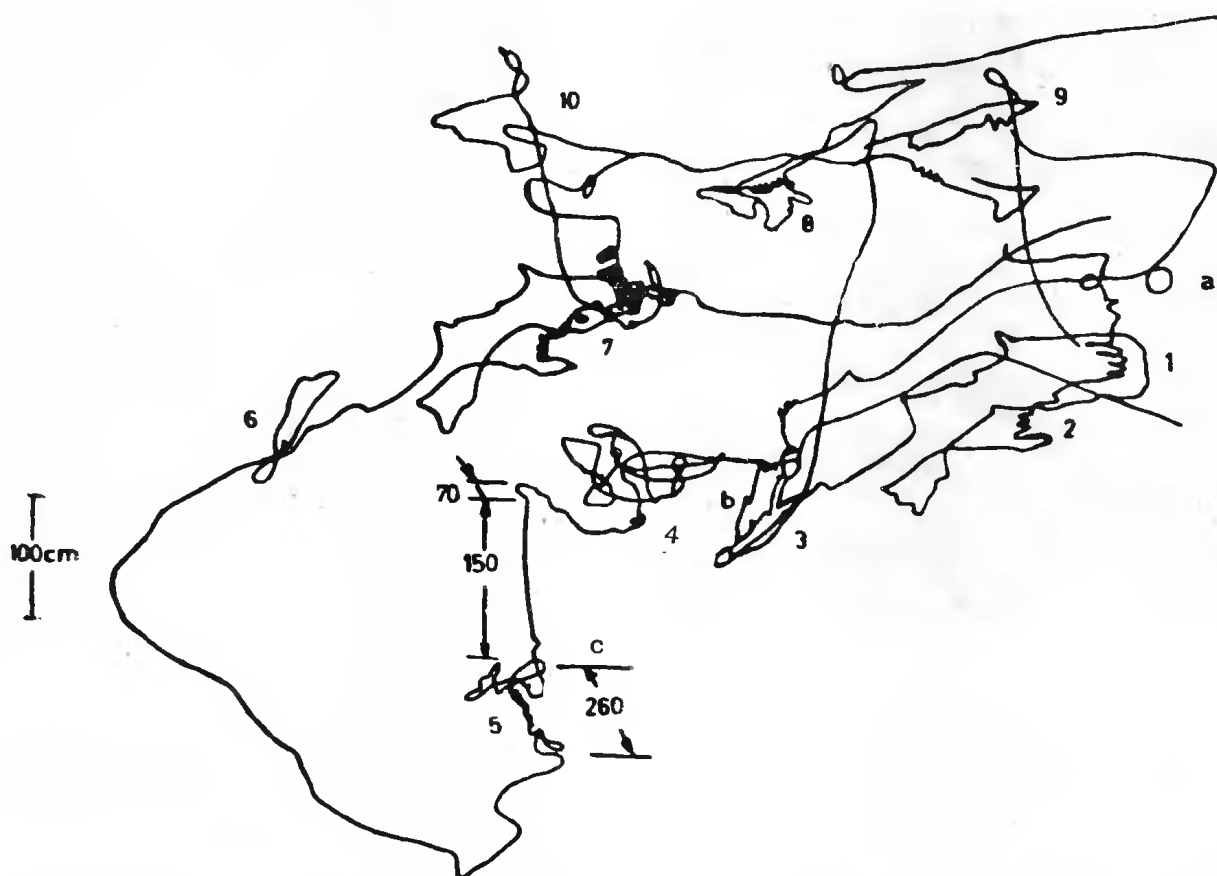
Как видим, эта теория не может объяснить многочисленные случаи, когда огненный шар жил в течение десятков секунд и даже минут. Кроме того, сомнительным представляется наличие поверхностного натяжения у газового шара.

«При ударе молнии образуются газообразные химически активные вещества», — говорил известный советский физик-теоретик Яков Ильич Френкель. В присутствии катализаторов, например твердых частиц дыма или пыли, они быстро дезак-

Так выглядит на чертеже траектория движения одной шаровой молнии

А справа, на фотографии, видно одно из «па» в хаотическом танце, схему которого полностью

воспроизводит предыдущий рисунок. Попробуйте определить, какой именно момент в движе-



тивируются, превращаясь в химически стойкие продукты. Энергия, выделяющаяся при этом, передается твердым частицам; они нагреваются до высокой температуры и начинают светиться.

Что касается формы шаровой молнии, то ученый объяснил ее тем, что небольшие скопления пылинок или капель, характерные для грозовых облаков, опускаясь в воздухе, закручиваются силами трения в вихрь.

Циркуляция заряженных частиц рождает магнитное поле, силовые линии которого стягивают весь клубок, помогая ему сохранять сферическую форму.

«Смерть» шаровой молнии — громкую, со взрывом, или, наоборот, бесшумную — теория объясняла различной скоростью реакции горения, зависящей от количества вещества в молнии.

Я. И. Френкель полагал, что его теория может объяснить существование шаровых молний, имеющих диаметр до нескольких десятков сантиметров и время жизни до нескольких минут.

Однако эта интересная теория никак не объясняла необычайно большой энергетический потенциал шаровой молнии. Дело

в том, что химическая энергия любого из известных нам веществ в десятки раз меньше той, которой, как считают, наделен огненный шар. Следовательно, теории «горения» имеют право на существование лишь при условии, что шаровая молния сделана из икс-вещества, обладающего колоссальной теплотворной способностью.

ЕСЛИ ШАРОВАЯ МОЛНИЯ — ПЛАЗМА, ТО ДОЛЖЕН СУЩЕСТВОВАТЬ ИСТОЧНИК, ПИТАЮЩИЙ ЕЕ

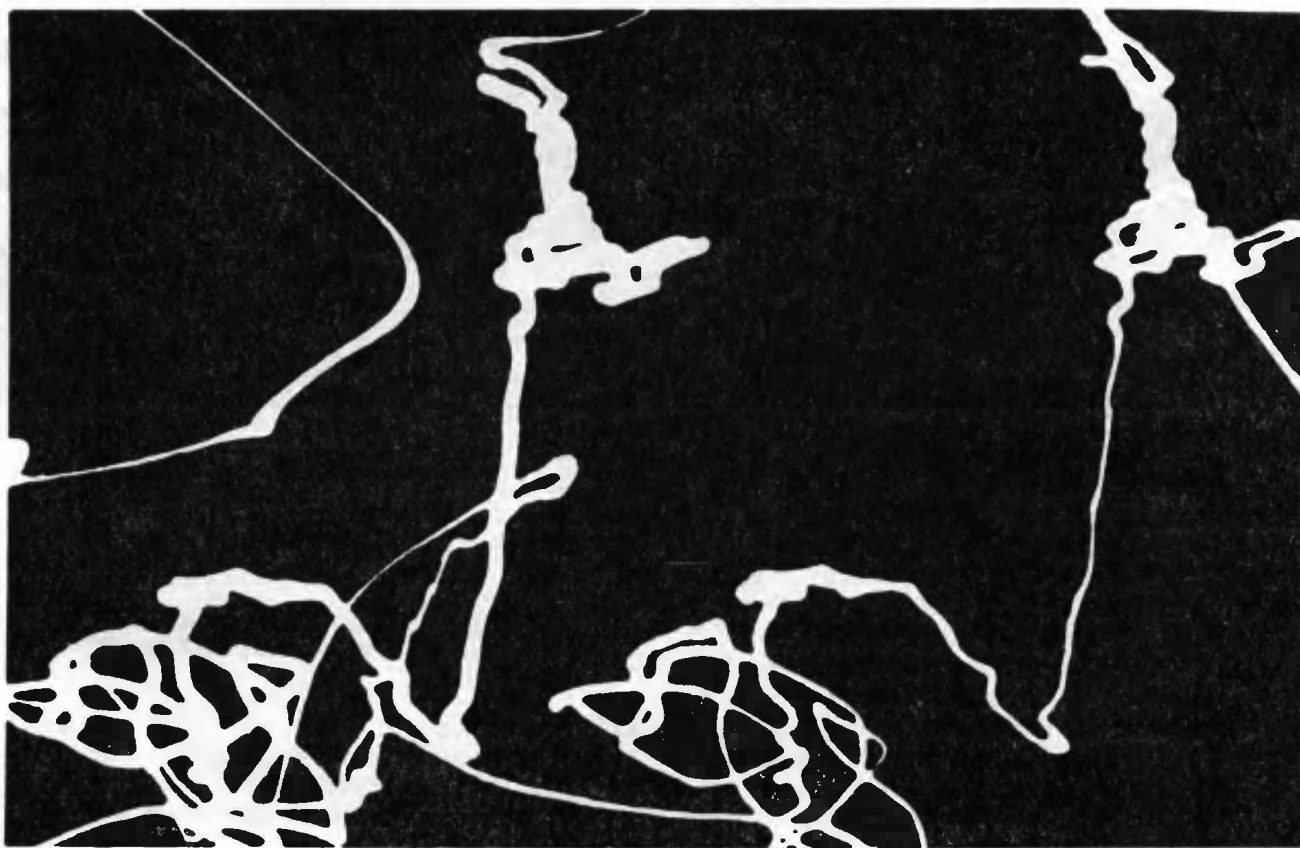
В решении «загадки шаровой» наметился и другой путь. Австрийский физик В. Карлхейм-Гилленскольд в 1905 году высказал мысль, что шаровая молния представляет собой вихрь сильно ионизированного воздуха, созданный линейной молнией. Существование шара обеспечивается взаимодействием электростатических и аэродинамических сил.

Шаровая молния — это вращающийся клубок горячей плазмы, — утверждал автор следующей теории, немецкий ученый А. Мейснер. Что придавало вращение плазме? Линейная молния, причем в той точке, где у нее имеется резкий изгиб.

нии молнии удалось запечатлеть фотографу. Следует только учитывать, что на одном снимке вы

видите два изображения (слева и справа). След меньшей яркости возник в результате внут-

реннего отражения света в объективе фотоаппарата



Внешнее давление стремится уничтожить шар, а центробежные силы противостоят ему. Пока силы эти в равновесии, шар живет; когда в клубок засасывается воздух, шар гибнет. К сожалению, обе теории не могли объяснить ни продолжительного существования шаровой молнии, ни колоссальных запасов ее энергии.

...Случилось так, что в поиски решения проблемы оказался вовлеченным крупнейший советский физик академик Петр Леонидович Капица. Его теория поражает оригинальностью подхода.

Ученый рассуждал так. Если облако ионизированной плазмы диаметром $D_{\text{обл}} = 150$ м, возникающее при ядерном взрыве, высвечивается в течение 10 секунд, то шаровая молния, диаметр которой составляет 10 см, должна погаснуть за время

$$T_{\text{молн.}} = \frac{T_{\text{обл.}} \times D_{\text{шар. молн.}}}{D_{\text{обл.}}} = \frac{10 \times 10}{15\,000} \approx 0,01 \text{ сек.}$$

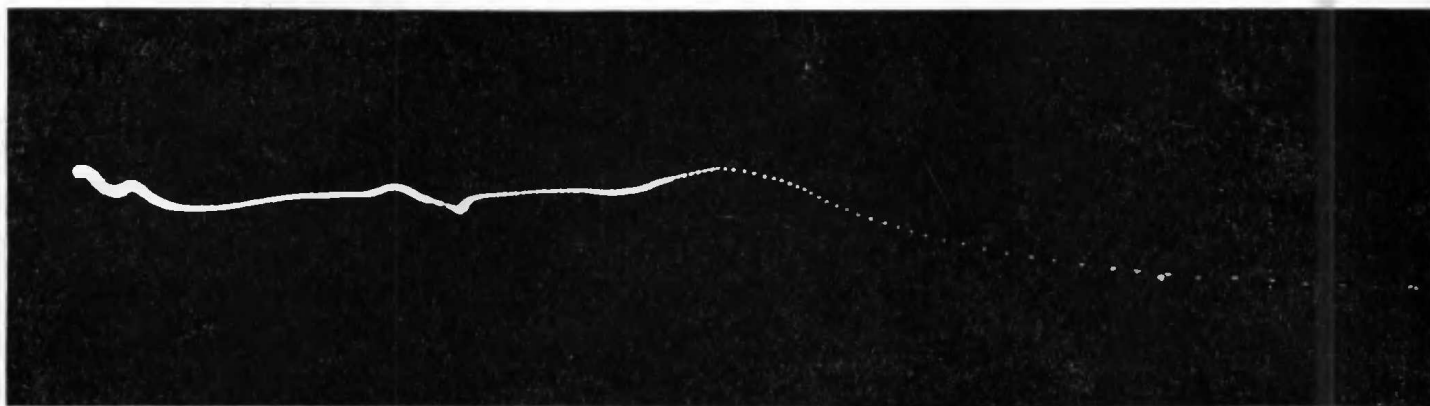
Однако шаровые молнии живут в сотни и тысячи раз дольше! Поэтому П. Л. Капица приходит к выводу, что шаровая молния питается от постороннего источника энергии: «...если в природе не существует источников энергии, еще нам

неизвестных, то на основании закона сохранения энергии приходится принять, что во время свечения к шаровой молнии непрерывно подводится энергия, и мы вынуждены искать этот источник энергии вне объема шаровой молнии».

Таковыми источниками энергии являются, по мнению ученого, грозовые облака, излучающие радиоволны во время разрядов молнии. Шаровая молния в данном случае выступает как объемный колебательный контур и при диаметре 10—20 см оказывается настроенной в резонанс на волны длиной 35—70 см. При этом в ней выделяется максимум энергии.

Эта теория хорошо объясняет пристрастие шаровой молнии к дымоходам и трубам, которые как волноводы хорошо пропускают радиоволны, питающие шаровую молнию. Резкое прекращение подвода энергии приводит к взрыву, а постепенное — к бесшумному исчезновению шаровой молнии. Теория П. Л. Капицы получила подтверждение в опытах американских ученых, которым удалось довольно долго сохранять в луче радиолокатора светящиеся плазмойды. Но и эта теория не лишена, к сожалению, уязвимых мест.

Молнии бывают и такие. Только это не шаровая молния, а «четочная», похожая на четки



Например, она не может объяснить появление шаровых молний внутри металлических самолетов, куда радиоволны практически не могут проникнуть. Кроме того, на волны длиной 35—70 см приходится лишь одна десятитысячная, а то и сотысячная часть всей излучаемой облаками энергии, и само излучение это длится всего лишь сотые доли секунды, то есть гораздо меньше продолжительности жизни шаровой молнии.

Не объясняет теория и «случай с бочонком» — коснувшись воды, молния как объемный резонатор, потребляющий энергию, перестала существовать, но она (или вещества, ее составляющие) продолжала выделять энергию в воду («Вода кипела затем в течение нескольких минут...»).

Но может быть, существуют неизвестные пока науке виды излучения? Американец А. Сартор открыл на миллиметровых волнах радиоизлучение заряженных капель, сталкивающихся в грозовом облаке. Его соотечественник В. Андерсен, сделав ряд допущений, подсчитал, что энергии такого облака объемом 1 000 000 кубических метров достаточно для поддержания жизни шаровых молний. Но Андерсен преувеличил энергию грозового облака по меньшей мере в сто раз, и еще одно «но» (в который раз «но»!): миллиметровые волны могут питать молнии размером не более... горошины.

В 1966 году была сделана попытка объяснить возникновение шаровой молнии сгущением сил постоянного электрического поля, но шаровые молнии возникают и в таких местах (тот же металлический самолет), куда постоянное поле проникнуть не может.

Итак, шаровую молнию можно рассматривать как комок плазмы, питаемый

посторонним источником энергии, но пока этот источник в природе не обнаружен.

МОЖЕТ БЫТЬ, ШАРОВАЯ МОЛНИЯ — ЭТО КОНДЕНСАТОР ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ?

Очередная оригинальная модель шаровой молнии появилась в 1960 году. Она отрицала плазменную природу шаровой молнии из-за малой величины энергии, которую может запасти плазма. Автор выдвинул гипотезу, что шаровая молния — конденсатор электрической энергии, маленькое подобие грозового облака. Но, как ни странно, он не привел расчетов, которые подтвердили бы, что такая шаровая молния будет обладать большой энергией. Если же проделать эти вычисления, то окажется, что энергия 1 грамма шаровой молнии равна всего лишь 300 джоулям! (Сравните с цитированными выше расчетами Б. Гудлета.) Вот что иногда получается, когда начинаешь считать.

А ЧТО ЕСЛИ ШАРОВАЯ МОЛНИЯ СОСТОИТ ИЗ АНТИВЕЩЕСТВА?

Связь между массой и энергией вещества дана в известном уравнении Эйнштейна

$$E = mc^2.$$

Если один грамм вещества полностью превратить в энергию, выделится $9 \cdot 10^{13}$ джоулей энергии. Но этого никогда не происходит. Даже при ядерных реакциях в энергию преобразуется лишь незначительная часть вещества.

Полное превращение всей массы в энергию возможно при соединении частиц нашего мира с античастицами. Но где взять античастицы?