

Физика — это интересно!

Серия

Александр Дмитриев

Как понять
сложные законы
физики

100

простых
и увлекательных
опытов
для детей
и их родителей



Annotation

В книге собраны сто простых, забавных и эффектных опытов, позволяющих объяснить детям, как устроен мир вокруг нас. Доходчиво и увлекательно автор рассказывает о многих привычных вещах, которые нас окружают и ведут себя по законам физики. Все опыты автор лично проделал сам, большинство сфотографировал, а многое – придумал и испытал. Делая опыты вместе с детьми, папы и мамы не только получают радость от общения, но и сумеют убедить себя и своих детей в справедливости нашего девиза – «Физика – это потрясающе интересно!».

- [Александр Дмитриев](#)
 -
 - [Предисловие автора](#)
 - [Мои дорогие читатели!](#)
 - [Предварительные пояснения](#)
 - [1](#)
 - [2](#)
 - [3](#)
 - [4](#)
 - [5](#)
 - [6](#)
 - [7](#)
 - [8](#)
 - [9](#)
 - [10](#)
 - [11](#)
 - [12](#)
 - [13](#)
 - [14](#)
 - [15](#)
 - [16](#)
 - [17](#)
 - [18](#)
 - [19](#)
 - [20](#)
 - [21](#)

- [22](#)
- [23](#)
- [24](#)
- [25](#)
- [26](#)
- [27](#)
- [28](#)
- [29](#)
- [30](#)
- [31](#)
- [32](#)
- [33](#)
- [34](#)
- [35](#)
- [36](#)
- [37](#)
- [38](#)
- [39](#)
- [40](#)
- [41](#)
- [42](#)
- [43](#)
- [44](#)
- [45](#)
- [46](#)
- [47](#)
- [48](#)
- [49](#)
- [50](#)
- [51](#)
- [52](#)
- [53](#)
- [54](#)
- [55](#)
- [56](#)
- [57](#)
- [58](#)
- [59](#)
- [60](#)

- [61](#)
- [62](#)
- [63](#)
- [64](#)
- [65](#)
- [66](#)
- [67](#)
- [68](#)
- [69](#)
- [70](#)
- [71](#)
- [72](#)
- [73](#)
- [74](#)
- [75](#)
- [76](#)
- [77](#)
- [78](#)
- [79](#)
- [80](#)
- [81](#)
- [82](#)
- [83](#)
- [84](#)
- [85](#)
- [86](#)
- [87](#)
- [88](#)
- [89](#)
- [90](#)
- [91](#)
- [92](#)
- [93](#)
- [94](#)
- [95](#)
- [96](#)
- [97](#)
- [98](#)
- [99](#)

- [100](#)



Александр Дмитриев

Как понять сложные законы физики. 100 простых и увлекательных опытов для детей и их родителей

Моему папе, Станиславу Борисовичу Дмитриеву, привившему любовь к окружающему миру и помогавшему в создании этой книги, посвящаю.



«Родился в 1961 году. Это год, который вверх ногами читается так же (попробуйте)! Родился маленьким и дохленьким, потом долго занимался спортом и воспитывал характер. Поэтому привык относиться к жизни спокойно и с юмором.

Получил высшее образование в МВТУ им. Н.Э. Баумана (кибернетика) и второе – в Манчестерском университете (социология). Выучил английский, отшлифовал его в английских общежитиях. Выучил испанский и отшлифовал его, работая на стройках в Куэрनावаке, Мексика. По работе и из интереса объездил весь мир, от Китая и Хабаровска до Гаити и Кубы, от 65 параллели на севере до Тропика Рака на юге. Вырастил двоих детей и стал трижды дедушкой. Попал под крушение советской империи. Работал водителем, продавцом пива, преподавателем, плиточником, инженером, телохранителем, переводчиком, редактором, журналистом, диктором на телевидении... и много кем еще. Сейчас работаю в самой крутой компьютерной

компании IBM, участвую в крупных проектах по информатизации России. Напечатал более ста работ, научных и журналистских. Обожаю такс, лошадей и разных зверюшек, гулять по лесу, плавать в море... И самое главное: если бы не моя терпеливая жена Людмила, этой книжки бы не было».

Александр Дмитриев

Уважаемые родители!

Делали ли вы когда-нибудь в детстве опыты? Наверное, мальчики что-нибудь поджигали, а девочки, скорее всего, практически ничего делать не пробовали.

Но оказывается, что на самой обыкновенной кухне можно увидеть вместе с ребенком ТАКОЕ... Галактики в стакане воды, воздушные потоки и разнообразные физические силы – все буквально под рукой! И одно дело, услышать или прочитать, и совсем другое – сотворить самому. **А самое главное, наша книга написана так доходчиво, что понять и запомнить все сможет даже пятилетний ребенок.**

Предисловие автора

Мои дорогие читатели!

Я знаю, многие из вас думают: боже мой, какая тоска, эти науки... Сложные законы, заумные формулы, непонятные слова. Одни вынесли это чувство из школы, другие только начинают это чувствовать.

Почему же я обещаю, что физика – это интересно? Да потому, что это потрясающе интересно! Ведь как произошла эта наука? Люди смотрели, как бегут облака, как светят звезды, как горят леса, реки прорывают горные завалы, как греет солнце и растет трава, – и задавали себе вопросы.

ПОЧЕМУ? – это главный вопрос, терзавший человека многие тысячи лет. И вот развилась целая наука для того, чтобы ответить на них. Наука-то развилась, да оторвалась от людей и ушла в заоблачные высоты. И снова человек (обычный, нормальный человек) не может ответить на вопросы об окружающем его мире.

Проверим! Почему, когда смотришь через красное стекло на зеленую траву, она кажется черной? Почему в жаркий день облака сверху кудрявые, а снизу – все словно ножом отрезанные на одной и той же высоте? Почему звезды мерцают (а планеты – нет)? Почему стрела не летит хвостом вперед? Почему за самолетом в небе тянется белый хвост? Ну?! Неужели не знаете? Ведь для этого не нужны формулы или мудреные объяснения. Смело заявляю: все это может понять и запомнить даже пятилетний ребенок. Просто надо ему рассказать доходчиво.

Вот об этом – моя книга. Вперед!

Предварительные пояснения

Окружающий нас мир не имеет границ. Не бывает так, чтобы одно явление было отделено от других. Ток, текущий по проводам, земле, дереву или металлу, или дым, вылетающий к небесам из трубы, прямо или кольцами, или след за моторной лодкой по воде – все подчиняется своим законам. Обычный речной поток «содержит в себе» бездну законов – здесь и те, что описывают поверхностное натяжение, и те, что описывают аэродинамические явления, и закон тяготения (река все-таки имеет склонность течь вниз, не так ли?), и гидравлика, и динамика... Поэтому я не буду классифицировать явления природы, разделять их по специальным главам.

Книга эта будет построена из отдельных маленьких рассказов, так чтобы за каждым поворотом, как и в жизни, моего читателя подстерегала неожиданность. Книгу эту можно читать с середины, с «хвоста», а можно и по порядку. Главное, чтобы мамы и папы, старшие братья и сестры участвовали в опытах, читали книгу вместе с детьми, общались с ними. В конце концов, именно это общение и учит ребенка понимать мир.

Общее построение рассказиков я буду стараться сделать одинаковым: простой опыт или описание явления, всем хорошо знакомого, пояснения, рисунки. Для моих опытов не понадобятся сложные приборы или вещества. Соль, сахар, зеленка, кусочек веревки, обрывок газеты. Как говорят восточные мудрецы – весь мир заключен в капле воды. Я обязательно буду давать объяснение опыта, почему происходит то или иное явление. Все опыты абсолютно безопасны, без взрывов, огня или отравляющих веществ. Используем только то, что бывает в шкафах на каждой кухне. Все опыты я проделал сам, большинство фотографировал. Поэтому уверен, что они получатся.

Дело в том, что очень многие авторы перепечатывают из издания в издание опыты, которые были описаны еще в конце XIX (!) века в книге «Том Тит» (перевод с французского). Часть этих опытов включили в свои книги Я. Перельман и М. Гершезон. Это были великие люди и популяризаторы, низкий им поклон. Однако в более поздних изданиях те, кто перепечатывал описания опытов, зачастую сами их не проделывали. Например, «пульверизатор из соломинки» – стариннейший опыт по закону Бернулли, а вот попробуйте его повторить, в трех случаях из четырех ничего не получится. Я включил в книгу некоторые из этих опытов, если

они красивые или просто мне очень нравятся. Я расскажу о многих привычных вещах, которые окружают нас и ведут себя по законам физики. Все опыты я лично проделал сам, кое-что взял у других умных людей, а многое – придумал и испытал. Думаю, лучше всего, если мамы и папы вместе с детьми будут делать опыты. Ведь наука наукой, а главное – радость общения с близкими людьми и друзьями. И надеюсь, что моя книга доставит вам, мой читатель, хотя бы несколько радостных минут общения со своими детьми.

1

Как дерево пьет?

Для опыта нам потребуются: старая газета, чайная ложка, блюдечко, спичка или деревянная зубочистка, зеленка.

Задумывались ли вы над простым вопросом: каким это таким загадочным образом вода из земли попадает на самый верх дерева? Ведь деревья есть под сто метров высоты. Если у тридцатиметровой березы в весеннюю пору срезать веточку на самом верху, из нее закапает сок! Между тем внутри березы нет ни движущихся частей, ни насосов, ни даже легких, которые втягивали бы в себя воздух и поднимали воду. Да и они бы не справились – мы же знаем, что, создавая разрежение воздуха, нельзя поднять воду больше чем примерно на десять метров.



Как же все-таки дерево пьет? Как из-под земли вода попадает на самый верх столетних дубов, корабельных сосен, пирамидальных кипарисов? Есть в природе силы, которые незаметны глазу. Силы эти очень слабенькие на первый взгляд. Казалось бы, они важны для пылинок, муравьев и мошек. Тем не менее эти силы влияют на огромное количество процессов в природе, в том числе на работу всех внутренних органов человека. И мы сталкиваемся с ними каждый день, не замечая их полезной – а иногда разрушительной – работы или не задумываясь о ней.

Проведем простой эксперимент. Возьмите старую газету, чайную ложку, спичку и зеленку (ту, которой мажут царапины). Газета очень важна в нашем эксперименте. Ее надо положить на стол (предварительно сняв со стола скатерть). Если этого не сделать, то обязательно стол будет заляпан зеленкой и мама отберет у вас эту замечательную книгу. На газету надо

положить ложечку (ее легче потом отмыть) или блюдечко. Капните в ложечку или блюдечко небольшую каплю зеленки. Теперь тем концом спички, на который не намазана сера, аккуратно коснитесь поверхности капли. Держите спичку вертикально, так чтобы она касалась поверхности капли только своим торцом. Коснувшись, подержите спичку так некоторое время, минутку-другую. Вы увидите, что зеленка будет медленно ползти по спичке вверх, больше всего по углам, меньше в середине ее сторон. Через пару минут отдельные линии могут подняться на сантиметр, а то и больше.

На фото видно, как по палочке «взобралась» жидкость, почти до половины. На фото я показал тот же опыт с деревянной зубочисткой, обломанной на кончике. Теперь можно спичку выкинуть в помойное ведро, а ложку и блюдце – помыть под струей холодной воды с мылом. Надо только помнить, что зеленка – сильнейший краситель и мыть все надо быстро, а то закрасите раковину.

Мы доказали нашим опытом, что дерево, даже мертвое, способно «поднимать» жидкости на определенную высоту. Оказывается, есть особые силы, которые заставляют жидкость подниматься вверх по узкой трубочке или щелке в материале. Закон в целом формулируется очень просто: чем тоньше трубочка, тем выше (дальше) продвинется жидкость. И еще: чем менее вязкая жидкость, тем также выше (дальше) она продвинется. (Здесь речь идет только о тех жидкостях, которые смачивают поверхность, но об этом я расскажу позже.) Так что в двух одинаковых трубочках спирт продвинется выше воды, а в двух разных трубочках спирт поднимется выше в той, которая уже.

Как подтвердить, что продвижение жидкости зависит от ее вязкости? Очень просто: спирт менее вязкий, чем вода. Намочите руки обычной водой. Теперь на влажную ладонь (если не жалко) капните чуть-чуть зеленки (это раствор бриллиантовой зелени на спирту). Вы увидите, как во все стороны разбегутся по микроморщинкам кожи зеленые лучики. Даже если просто провести пробкой от флакончика по влажной ладони, то вы увидите, как проступает рисунок (тот самый, по которому опознают преступника). Спирт вытесняет воду из тонких микроморщинок кожи и разбегается по ним под действием законов физики.

В стволе дерева клетки древесины образуют тончайшие трубочки, каналы, по которым за счет капиллярных сил (капилляр – это по-научному так называется тонкая трубочка) вода поднимается на высоту гораздо большую, чем может поднять атмосферное давление. Только трубочки эти вправду очень тонкие. Вот так дерево и пьет воду из-под земли!

Практический совет: когда у вас, мой читатель, будут брать анализ крови из пальца, не пугайтесь, а внимательно проследите, что делает врач. После того как на поверхности пальца появится капля крови, ее коснется стеклянной трубочкой. Кровь – жидкость. Она сама поднимется по трубочке без всякого насоса. Но мы-то знаем, почему так происходит!

2

Жидкость жидкости рознь

Для опыта нам потребуются: два блюдца, подсолнечное масло, мыльный раствор, спичка или карандаш.

В предыдущем опыте я сказал, что поднимаются вверх не все жидкости, а только те, что смачивают поверхности. Действительно, есть разные типы жидкости и есть разные типы поверхностей. Чтобы увидеть, как отличаются жидкости, проведем простой эксперимент. Возьмем два блюдца. Вымоем их чисто с мылом и, тщательно прополоскав, вытрем насухо. Теперь достанем бутылку с подсолнечным маслом и еще приготовим мыльный раствор. Мыльный раствор сделать очень просто: помойте руки с мылом над чашкой – вода, что там соберется, нам вполне годится. Если только это были не **ОЧЕНЬ** грязные руки. По-другому можно приготовить раствор еще проще: чуть-чуть стирального порошка или жидкости для мытья посуды добавить в чашку с водой.

Теперь обмакнем спичку или карандаш в подсолнечное масло и аккуратно капнем на блюдце каплю. На другое блюдце капнем каплю мыльного раствора. Теперь внимательно рассмотрите, как отличаются эти капли. Получится примерно то, что я нарисовал.



Ага, думаем мы! Поскольку мы капали на одинаковые поверхности, значит, отличаются сами жидкости. Те, что содержат мыло, стиральный порошок или другие щелочные (так их ученые называют) растворы, лучше смачивают поверхность и глубже пробираются по капиллярам, этим тонким трубочкам внутри многих веществ. Теперь понятно, почему в воду для

стирки добавляют стиральный порошок! Вода лучше проникает внутрь волокон, из которых сделана материя (будь то хлопок, шерсть или синтетика), дальше пробирается по капиллярам и вымывает из трещинок и трубочек микроскопические грязинки.

Проведем теперь другой эксперимент, чтобы понять разницу в поверхностях. Будем капать чистую воду из одной и той же чашки. Возьмем два блюда. Одно вымоем с мылом и, прополоскав, вытрем насухо. Второе тоже вымоем, вытрем, а затем натрем кусочком сливочного масла или сала – так чтобы поверхность блюда стала жирной.

Капнем теперь на оба блюда по крупной капле, взяв их из одной и той же чашки с чистой водой. Мы увидим, что капля на жирной поверхности образует более крутой горбик. Поскольку мы капали одну и ту же воду, значит, причина различия уже в самих поверхностях. Можно поэкспериментировать с кафельной плиткой, деревом, кожей, пластиком, тефлоновыми сковородками – и вы увидите, что разные поверхности по-разному смачиваются водой.

Настоящие ученые могут с помощью приборов точно определить форму капли на поверхности (или тот угол, который образует капля жидкости с исследуемым материалом). У разных материалов форма капли (а значит, и этот угол) будет разной. Так можно отличать поверхности по степени смачиваемости.

Практический совет: чтобы высушить ботинки за ночь, набейте их сухими газетами. Газета, состоящая из деревянных волокон, легко смачивается водой и «втягивает» в свои капилляры влагу из насыщенного парами воды воздуха внутри ботинок. Так наш капиллярный насос поможет просушить обувь! Но при этом мы будем понимать, какие физические процессы нам помогают.

3

Химический анализ неизвестной жидкости с помощью газеты

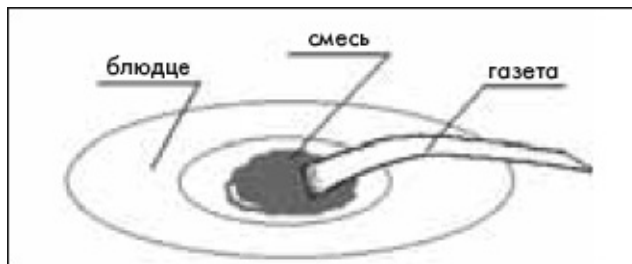
Для опыта нам потребуются: блюдечко, старая газета, лосьон или одеколон, зеленка, йод, спичка.

Сейчас я немного расскажу, как можно попользоваться тем, что разные жидкости по-разному смачивают одну и ту же поверхность. Серьезные ученые с помощью этого явления проводят анализ химического состава неизвестных жидкостей.

Возьмите не очень новое блюдечко (чтобы не было жалко испачкать), поставьте на старую газету и накапайте в него небольшую лужицу любого из лосьонов или одеколонов, которыми папы пользуются по утрам. Примерно с пол чайной ложки – вот такую лужицу. Теперь капните в эту лужицу несколько капель зеленки. А теперь уже в эту смесь добавьте несколько капель йода.

Получившуюся смесь аккуратно размешайте спичкой. Обратите внимание, как высоко взберется окрашенная жидкость по спичке, – наша страшная (но безопасная) смесь еще лучше смачивает волокна, чем чистая зеленка.

Теперь от старой газеты отрежьте чистую белую полоску с краю, примерно сантиметра два-три шириной и сантиметров десять длиной. Положите полоску в блюдце одним концом так, чтобы он коснулся лужицы. И оставьте в покое на полчаса.



После того как пройдет некоторое время, вы заметите, что жидкость ползет по газетке вверх. Если полоску не трогать, а просто внимательно рассмотреть, то окажется, что из смеси газета «вытягивает» жидкости с разной скоростью. Так, выше всех «вползет» почти прозрачный одеколон или лосьон. Затем будет полоска коричневого цвета – это йод. Наконец,

медленнее всех поднимается зеленка. У меня в опыте получилось примерно вот что:



А вот как это выглядит на фотографии. Видно, что прозрачный растворитель (одеколон) поднялся выше уровня йода. Зеленка осталась где-то внизу...



На фото: йод поднялся ниже, чем спирт, содержащийся в растворе. Разница в границах жидкостей видна без всяких приборов.

Главное, что мы можем понять из этого опыта: закон смачивания и проникновения жидкости в капилляры вещества может позволить нам создать настоящий прибор! Мы, совсем как настоящие ученые, проанализировали смесь, разделив ее с помощью уже известного нам физического явления. Разве это не здорово?

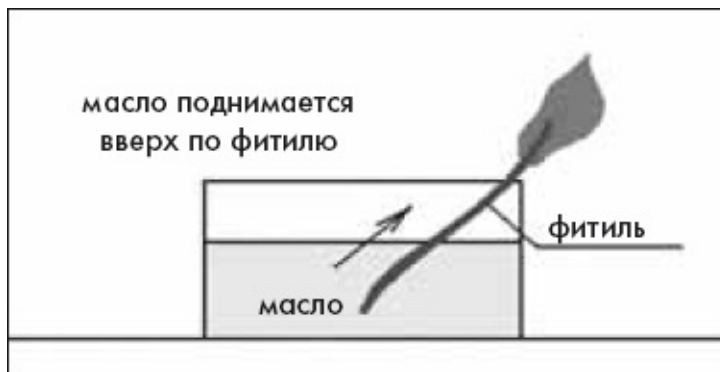
Практический совет: если вам надо высушить кусок дерева так, чтобы оно не потрескалось, заверните его в несколько газет и положите в полиэтиленовый пакет. Плотнo завяжите пакет веревочкой. Первую неделю меняйте газету каждый день, потом раз в три дня. Через месяц-другой деревяшка высохнет достаточно хорошо... Газета будет «вытягивать» жидкость изнутри дерева и забирать «в себя». При этом дерево не будет так сильно трескаться, как при сушке на открытом воздухе.

4

Капиллярные явления вокруг нас

Для опыта нам потребуются: две чашки, хлопчатобумажная веревка или шнурок длиной 10 сантиметров.

Оказывается, еще в далекой древности капиллярные явления были известны и использовались нашими предками. Одним из самых простых на вид, но гениальных изобретений было изобретение фитиля для светильника. Кто-то заметил, что опущенный в растопленный жир или масло жгутик из скрученных высушенных волокон некоторых растений (например, хлопка) впитывает в себя это масло и, не сгорая сам, позволяет светильнику долго гореть и освещать жилище. Как работает светильник? Как вы видите на рисунке, масло вытягивается по фитилю вверх и сгорает на кончике фитиля. Когда масло сгорает, место внутри волокон фитиля освобождается и фитиль втягивает новую порцию масла. И так продолжается, пока масло не закончится.



Точно так же работает свечка, в которой разогревающийся и расплавляющийся под действием тепла воск поднимается по фитилю и выгорает. Конечно, выгорает и сам фитиль, но гораздо медленнее. Правда, свечки появились гораздо позже, чем простейшие светильники.

Как же работает светильник из фитиля? Как он перекачивает масло? Мы можем убедиться, что он работает как насос, используя свойство жидкостей втягиваться в тонкие капилляры.

Проведем старинный опыт, описанный во многих книжках, и тем не менее очень интересный. Возьмите две чашки и кусочек обычной веревки сантиметров десять длиной. Веревка должна быть хлопчатобумажной. Промойте веревочку с мылом в теплой воде, чтобы удалить частицы жира

из капилляров – ведь иначе вода не будет по ним проходить. Теперь поставьте чашку с водой на подставку (например, перевернутая ваза), а пустую чашку – ниже нее, на стол. Перекиньте мокрую веревочку из одной чашки в другую как мостик и оставьте на ночь. Только веревочка не должна провисать петлей между чашками, а должна ровно спускаться вниз.



Наутро вы с удивлением обнаружите, что... в нижней чашке оказалась налита вода. (У меня она оказалась еще и слегка мыльной, потому что вода, протекая по капиллярам, вымыла остатки мыла, которые я плохо прополоскал.) Мы совсем забыли, что на воду действует еще и сила тяжести! И на воду, находящуюся «внутри» веревочки, в ее капиллярах, тоже. А поскольку один конец веревочки ниже, вода сначала втягивается в капилляры, а потом, перевалив через «хребет», опускается под действием силы тяжести вниз.

Наша веревочка «не выпускает» воду наружу через свои «стенки», но легко пропускает по капиллярам. Она становится как бы трубкой. А по трубке можно под действием силы тяжести «перекачивать» воду из сосудов, находящихся выше, в более низкие.

5

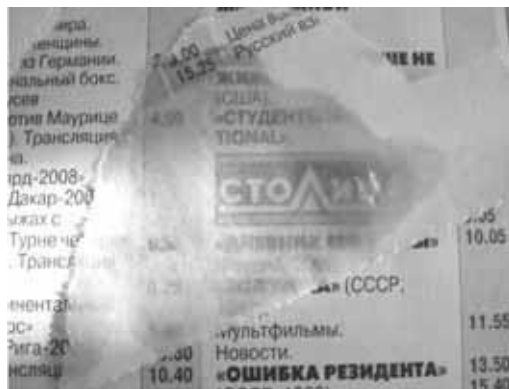
Капли жира – тоже интересно

Для опыта нам потребуются: чистый лист белой бумаги, старая газета, подсолнечное масло.

Другой пример капиллярных явлений – жирные пятна. Проведем простой эксперимент. Возьмем чистый лист белой бумаги (хотя подойдет и краешек газеты) и промаслим обычным подсолнечным маслом. Только не на скатерти! А то мама отберет у вас эту замечательную книжку!

На бумаге останется жирное пятно. Приложите теперь нашу бумажку близко к газетному тексту – вы заметите, что через масляное пятно можно увидеть насквозь! Масло, растопившись в тепле, растеклось между волокнами, из которых сделана обычная бумага, и изменило свойства бумаги.

На фотографии видно, что через промасленную газету отлично читаются слова «студенты», «столица»... Непрозрачная бумага стала прозрачной!



Что же произошло? Почему вдруг бумага стала пропускать свет? Стала похожей на стекло?

Оказывается, жир (масло) заполняет пространство между волокнами дерева, превращая бумагу в более-менее однородную среду. Свет не должен больше «прыгать» через воздушные зазоры и более спокойно распространяется через такую бумагу. Этим свойством пользовались в древности, собственно промасленная бумага издавна использовалась для снятия копий и перерисовывания рисунков.

Точно так же происходит, когда жир, сало или масло попадает на одежду. Материал для одежды тоже состоит из волокон, и масло

впитывается в них, просачиваясь по капиллярам. Это изменяет оптические свойства материи – она по-другому отражает свет, сильнее пропускает свет и кажется нашему глазу другой. Поэтому масляные пятна так заметны на одежде.

Как же избавиться от жирных пятен? Очевидно, надо найти такую жидкость, которая будет просачиваться между волокон еще лучше, чем жир или масло, и растворит их. Таким веществом является раствор мыла, щелочи или стирального порошка. Мы-то думали, что в стиральной машине происходит обычная стирка, а там идет война жидкостей в капиллярах!

6

Жидкость в жидкости, или Космос в чашке

Для опыта нам потребуются: кусочек сахара, подсолнечное масло, стеклянная банка с холодной водой.

Загадочная вещь – невесомость. Кстати, действует ли сила тяжести на того, кто находится в невесомости? Помню, в старом детском стишке были такие слова:

Летит, летит ракета
Вокруг земного света,
А в ней сидит Гагарин,
Простой советский парень...

Вопрос: действовала ли на Гагарина сила тяжести в то время, когда он в ракете, находясь в невесомости, пролетал вокруг нашей планеты? Да, конечно, действовала. Человек, находящийся в невесомости, на самом деле просто как бы все время падает. Замечали ли вы, что когда лифт резко опускается, то на мгновение чувствуется облегчение веса? А когда лифт останавливается на первом этаже, можно почувствовать, как на мгновение вес тела прибавляется...



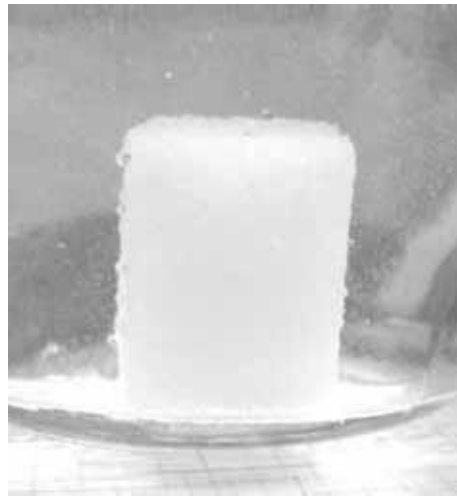
На фото все материалы, что нужны нам для опыта.

Но как в домашних условиях увидеть невесомость? Можно, конечно, плескать воду в ванной до потолка и смотреть, как капли падают вниз. Но,

во-первых, еще неизвестно, как на такие опыты посмотрят мама или папа, а во-вторых, очень уж быстро капли падают вниз – не рассмотреть.

Давайте, сделаем такой опыт. Возьмем кусок сахара, подсолнечное масло и стеклянную банку с холодной водой.

Нальем на кубик сахара масла и опустим в холодную воду. Сахар начнет потихонечку таять. Масло начнет просачиваться наружу и постепенно всплывать.

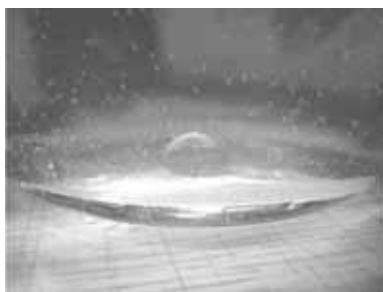


На увеличенной фотографии виден кусок сахара с круглыми капельками-шариками.

Капельки масла приобретают форму правильного шарика. Он отрывается от куска сахара и медленно всплывает. Когда он доходит до поверхности, то превращается в плоскую линзу. Вот у космонавтов в невесомости любая жидкость – чай, вода, кофе, масло – примет форму шарика и будет плавать в воздухе.

Можно попробовать и еще один опыт, только он не всегда получается. В банку накапать подсолнечного масла, а потом аккуратно залить холодной водой. Почти все масло со дна у меня всплыло, но остался один «пузырь».

На фотографии хорошо видно, что это практически половина шара. Нижняя его часть держится на стекле силами сцепления, а верхняя уже плавает в невесомости просто как купол неземного сооружения. Он получился потому, что масло «зацепилось» за дно и силы сцепления держат его в том месте, где лежал кусок сахара.



Если не будет получаться второй опыт, это не страшно. Первый получается сразу у всех. А над вторым я полчаса мучился, весь в масле перемазался. Но оно того стоило.

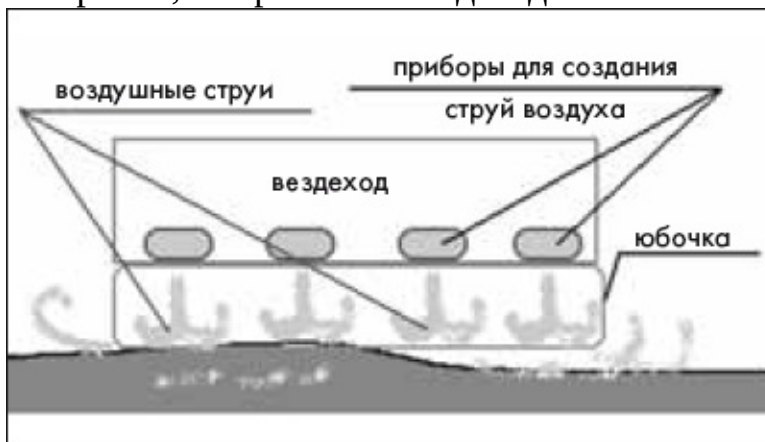
Вот и невесомость!

Судно на воздушной подушке

Для опыта нам потребуются: небольшая алюминиевая кастрюлька и немного простой воды.

В предыдущем опыте мы действительно имели дело с настоящей невесомостью – ведь наши всплывающие вверх капли находились в состоянии свободного падения (хотя и падали вверх, и не в безвоздушном пространстве, а под действием особой силы, называемой «архимедовой»). Но бывают случаи, когда предмет (или, как любят говорить физики, тело) может «висеть», «летать», используя другие законы. Многие слышали про вездеход на воздушной подушке, который может проходить и по воде, и по болоту, и по земле. Что это за «воздушная подушка» и как можно ознакомиться с ее принципом в домашних условиях? Попробуем.

Сначала разберемся, как работает вездеход.



Вездеход – его можно представить себе в виде обычной машины – должен нести с собой приборы для создания воздушных струй. Как будут создаваться эти струи – не очень уж и важно. Можно поставить мощные вентиляторы, можно – большие баллоны со сжатым газом. Главное, что внизу, по краю вездехода, должна проходить резиновая юбочка. На рисунке она показана в разрезе, как будто вездеход разрезали пополам вдоль и смотрят сбоку. Юбочка достаточно мягкая. Она легко мнется, если налетит на камень или поваленное бревно, и не препятствует движению. Ее задача – не давать воздуху сразу и быстро растекаться кругом, именно она и создает «подушку». Это как бы наволочка для нашей воздушной подушки.

Струи воздуха или газа бьют вниз, создавая повышенное давление внутри резиновой юбочки. Попросту говоря, воздух давит изнутри во все стороны и толкает вездеход вверх, держит его на весу.

Можно объяснить и по-другому. Все знают, что если у велосипеда проколоть шину, то она очень быстро спустится. Но если дырочка будет маленькой, то можно еще будет некоторое время ехать, а потом слезть и подкачать шину насосом. Это не очень удобно, конечно. Но если приделать автоматический насос прямо к шине, то можно ехать и на дырявой – лишь бы насос успевал качать воздух с той же скоростью, что он выходит через дырочку.

Так и воздушная подушка. Хотя там дырка очень большая (вся нижняя сторона), насосы качают струи с огромной скоростью, и вездеход едет как бы на очень большой дырявой шине. А так как она уже все равно сильно «дырявая», то никакие стекла, гвозди и кирпичи ей не страшны!

Чтобы убедиться в силе воздуха, можно поставить простой опыт, известный еще в XIX веке. Я видел его в книжке, напечатанной ровно сто лет назад.

Возьмите полиэтиленовый пакет (раньше это делали с бумажным пакетом), поставьте на него несколько тяжелых книг и начните надувать пакет, как воздушный шарик. Книги начнут подниматься!

А попробуй просто, без пакета, сдуть книги со стола! Ничего не получится, конечно же. Хотя сила дыхания у вас какой была, такой и осталась. В вездеходе на воздушной подушке юбочка исполняет роль такого «пакета-подъемника».

Но мы можем поставить дома такой опыт, в котором не будет никакой юбочки или резины вообще, а наш аппарат на воздушной подушке будет прекрасно парить в воздухе. Для этого нам понадобится небольшая алюминиевая кастрюлька и немного простой воды! Только проводить этот опыт надо аккуратно, чтобы не обжечься. Берем сухую чистую алюминиевую кастрюльку, желательно старенькую, чтобы не было жалко. Ставим ее на плиту и нагреваем. Проверяем нагрев так: обмакнув палец в стакан с водой, капаем только одну каплю на дно кастрюльки. Капля должна мгновенно зашипеть и испариться. Возьмем теперь пол чайной ложки воды и выльем на дно горячей кастрюльки. Вода начинает бегать небольшими шариками, шипя и протестуя, – словно живая. Наверное, она бежит, потому что ей слишком горячо? Она обжигается?

На самом деле у нас получилась модель аппарата на воздушной подушке. Давайте, рассмотрим рисунок.



Водяная капля нагревается мгновенно о раскаленное дно и, закипая, начинает выделять вниз пар. Вода ведь превращается в пар, если ее нагреть до температуры 100 градусов по Цельсию. Струи пара бьют вниз из всех сил и поддерживают на весу, в воздухе, водяную каплю. Сама же капля не разлетается в разные стороны, потому что ее держат те же силы, что заставляли жидкость подниматься по капиллярам.

Так что в нашей капельке есть все, что есть и в вездеходе: во-первых, струи воздуха (вместо баллонов со сжатым газом или насоса у нас работает тепло от кастрюльки), есть передвигающееся по воздуху тело (сама капля)!

Иногда, правда, капелька не бежит по дну, а просто быстро выкипает. Я не знаю, почему так бывает. Может быть, это зависит от того, насколько чисто была вымыта кастрюлька? Так что, если опыт не получился, попробуй с другой посудиною. В самом крайнем случае попробуй плюнуть на горячий утюг, держа его подальше от лица и дном вверх!

8

Теплопроводность

Для опыта нам потребуются: алюминиевая ложка или кусок толстой медной проволоки, деревянная ложка или обычный карандаш, чашка с кипятком.

Знаешь ли ты, мой уважаемый читатель, почему баню или сауну изнутри обшивают деревом? Более того, если дерево для лавки прибивают гвоздями, то шляпки гвоздей забивают так, чтобы они были ниже поверхности дерева. Зачем это делают?



Представим себе, что в парилке, где температура достигает 110 градусов (а иногда и выше!), один из гвоздей немного выскочил наружу и голой кожей вы коснулись металла. Немедленно возникнет ощущение боли, и небольшой ожог обеспечен. Но как же так, ведь температура поверхности дерева и температура поверхности гвоздя должны быть одинаковыми!

Действительно, температура поверхности и металла, и дерева в одном и том же помещении одинаковая. Дело в том, что температура – это еще не самое главное. Есть такое понятие, как теплопроводность.

Что это означает? Это означает то, как вещество, из которого состоит предмет, пропускает (проводит) через себя тепло. Тепло можно представить себе как невидимую воду, текущую через все предметы. Есть только одно правило, которому эта «вода» – или тепло – подчиняется. Тепло всегда перетекает от более теплого тела к более холодному.

Именно поэтому было время, когда ученые думали, что наш мир через много-много лет ожидает «тепловая смерть». Ведь если все теплые тела отдадут тепло более холодным, нагревая их, то настанет такой момент, когда все тела станут одинаковой температуры. И все процессы, все

движение, все реакции (например, переваривание пищи в желудке) станут невозможными. Мир как бы будет остановлен. (На самом деле, во-первых, до этого еще так далеко, что и нам, и нашим прапрапрапраправнукам эта опасность не грозит. Во-вторых, ученые потом подумали получше и поняли, что вселенная может оказаться бесконечной и тогда «тепловая смерть» не наступит.)

Итак, разные тела проводят тепло по-разному. Очень хорошо проводят тепло металлы. Металлы для тепла – как широкие реки, по ним тепло быстро и далеко течет.

Если начать охлаждать (или нагревать) любую часть металлического предмета, то очень быстро тепло распространяется на весь предмет (или весь предмет охлаждается). Кстати, если металл охладить до невероятно низкой температуры, то у металла начинают проявляться просто фантастические свойства. Например, пущенный по металлу ток будет бежать вечно, никогда не ослабляясь. В обычных проводах ток потихонечку слабеет с расстоянием и через несколько тысяч километров может почти совсем исчезнуть. (Ток, как и тепло, лучше всего поначалу представлять в виде воды. Вода в реке быстрее течет у истока и медленнее – у устья.)

Другие материалы проводят тепло хуже и отдают тепло только с поверхности. Дерево, например, почти вообще не проводит тепло. Это уже не «речка», а плотина какая-то! Чем хуже проводит тепло материал, тем лучше им защищаться от холода (или жары). Например, обычный жир очень плохо проводит тепло (у него низкая теплопроводность, как сказали бы физики). Поэтому все теплокровные животные, живущие в холодных морях или на севере, такие жирные. Тюлень, белый медведь, каланы, морские львы и котики – посмотрите на них: жировой слой с его плохой теплопроводностью служит им скафандром, одеялом, укутывающим их с ног до головы. Проведем простой опыт. Для него нам понадобятся две ложки: деревянная и алюминиевая. Если у тебя не найдется в доме деревянной ложки, возьми деревянную палочку или обычный карандаш. Вместо алюминиевой ложки можно взять кусок толстой медной проволоки. Вскипяти чайник и налей кипятка в обычную чашку. Теперь возьми в одну руку деревянную ложку (карандаш), а в другую – алюминиевую (кусок проволоки) и опусти обе в кипяток. Некоторое время ты можешь размешивать кипяток и той и другой ложкой. Но скоро металл придется бросить – он сильно нагревается.

Теперь нам ясно, как отличаются вещества по теплопроводности. Ведь температура воды в чашке одна и та же, а тепло, бегущее по опущенным в воду предметам, передается по-разному. Еще можно представить, что если

тепло – это невидимая жидкость, то металл – это удобный шланг, по которому жидкость бежит быстро. А дерево, пластмасса – это губка, которая, хоть и впитывает тепло, но медленно и отдает неохотно.

И нам становится ясно, почему в бане (сауне) гвозди забивают глубоко, чтобы не торчали шляпки наружу. Это все из-за теплопроводности!

Практический совет: никогда не дотрагивайся языком до железных предметов на морозе. Жидкость, которая содержится на языке, с такой скоростью отдает свое тепло металлу (ведь у металла хорошая теплопроводность!), что мгновенно превращается в лед, и язык прочно пристывает, примерзает к металлу. Но уж если такое произошло, надо чтобы кто-нибудь налил большую кружку теплой воды и лил на металл и язык. Когда металл в этом месте нагреется, лед растает и язык отлипнет от металла сам.

9

Как вода ломает железо

Для опыта нам потребуются: пустая жестяная банка из-под пепси, колы или пива.

Старинная русская пословица гласит: капля камень точит. И это действительно так. Когда мне довелось путешествовать по глубоким каньонам (ущельям) в горах, я удивлялся тому, как мягкая вода умудрилась проточить глубочайшие трещины в горах. Но вода способна еще и не на такое! И виноваты здесь законы физики.

Все знают, как водители любят ругать наши плохие дороги. Вроде бы заливают асфальтом – глянь, а через пару лет опять все в трещинах и ямах. И здесь срабатывает тот же закон физики. Давайте разберемся.



На фото видно, что обычная банка из-под напитка налита полностью водой. Поставим ее в морозилку.

Тела при нагревании обычно расширяются, а при охлаждении – сжимаются. Это неудобное явление доставляет много хлопот ученым, инженерам. Например, если астрономам надо наблюдать за звездным небом, то приходится сидеть у большого телескопа без тепла, потому что даже от обычной печки шестиметровое зеркало телескопа будет так сильно изменять свою форму (расширяясь), что все изображение поплывет, будет дрожать и никаких наблюдений не получится. Кстати, ученые работали над созданием таких стекол, которые бы не расширялись (или очень слабо расширялись) при нагревании. Им удалось создать стекло под названием «пирекс», которое почти не расширяется при нагревании и не сжимается

при охлаждении.

Сделаем простой опыт, чтобы увидеть это своими глазами. Возьмем пустую жестяную банку из-под пепси, колы или пива. Нальем в нее обычной холодной воды из-под крана ровно до самого верха, чтобы вода стояла вровень с краями дырочки. Аккуратно поставим банку вертикально в морозилку и предупредим всех дома, чтобы ее не трогали. И оставим так на ночь.

Когда мы утром достанем банку, вода превратится в лед. Но самое интересное, что льда будет больше, чем мы наливали воды! Он вылезет наружу шапкой и нависнет сверху банки почти на сантиметр. От напора изнутри, когда я делал сам этот опыт, банка лопнула, то есть вода порвала металл!



На фотографии видно, что банка лопнула вдоль, да еще и сверху вылезла целая шапка льда!

Почему так происходит? Потому что вода, в отличие от многих других веществ, замерзая и превращаясь в лед, расширяется. Ее как бы становится больше. Поэтому в природе, когда осень превращается в зиму, а вода превращается в лед, в каждой трещине льду становится тесно. Лед расширяется при замерзании и разрывает асфальт, камни, дерево. Именно так разрушаются постепенно целые горы. Поэтому в странах, где зимы нет, дороги содержать в порядке легче. У нас же стоит образоваться мелкой трещинке, как в нее проникает вода и, замерзая, взрывает льдом изнутри. Если же в доме отключили тепло зимой, из труб надо слить воду – а то она замерзнет и металлические трубы попросту порвет, так что и не починить. Что поделать, законы природы...

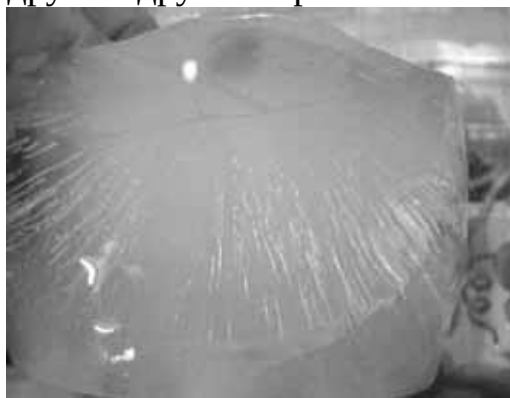
Практический совет: не оставляйте жидкость в стеклянной бутылке или другом сосуде на морозе: стекло разорвет, и будет неприятность.

10

Почему океан не замерзает, или Вымораживание чистой воды

Для опыта нам потребуются: пластиковая баночка, соль.

Все говорят про экологию. Модное слово такое. Обычно при этом имеют в виду загрязнение окружающего нас мира. Действительно, загрязнить можно все что угодно. Проблема эта стара как сам мир. Например, многие первобытные племена вынуждены были время от времени менять место стоянки, хотя пищи было еще вдоволь и враги не нападали. Просто отходы, мусор, грязь так забивали поселение, что становилось невыносимым само существование – и люди уходили. А вот жители древнего русского города Новгорода примерно один раз в каждые пятнадцать лет перестилали мостовые из бревен. Грязь затапливала улицы, и приходилось поверх старых бревен класть новые. Когда археологи стали раскапывать эти бревна, оказалось, что чуть ли не пятнадцать или двадцать слоев были наложены друг на друга! Огромная поленница на месте улицы!



На фотографии видно, что внутри куска льда образуются как бы пузырьки, направленные к центру. Это показывает, что лед растет от стенок внутрь. То есть получается как бы стаканчик, внутри которого еще не замерзшая вода.

Как же борются с загрязнением воды? Ее пропускают через специальные фильтры, обрабатывают различными веществами, отстаивают в отстойниках... Мы же попробуем простой опыт с вымораживанием.

Возьми любую пластиковую (не стеклянную!) баночку. Можно

использовать пустую коробочку из-под йогурта. Только помой ее тщательно с мылом и ополосни, чтобы она была чистой. (Мы уже знаем, что замораживать воду в стеклянной банке нельзя.) Налей в нее обычной воды из-под крана. Добавь четверть чайной ложки соли. Размешай. На вкус это будет обычная соленая вода, достаточно противная, кстати.

Поставь ее в морозилку на ночь. Пусть вода замерзнет. Утром достань ее из морозилки и посмотри внимательно на лед. Во-первых, ты увидишь, что он весь какой-то ребристый и бугристый, словно из смерзшихся иголок и крупинок. По крайней мере, отличается от обычного льда.



А вот на этой фотографии видно, что внутри прозрачного льда образуется как бы «вставленный» кусок из льда непрозрачного. Почему? Кстати, обратите внимание, что у куска льда есть «крышка». Я подкрасил верх зеленкой, чтобы ее лучше было видно. Эта крышка образуется сразу, как лед на озере, и потом растет вниз, навстречу льду, нарастающему на стенках и дне.



Если начать подтаивать лед под струей воды, то видно, что крышка и дно куска льда более плотные, в первую очередь тает рыхлый лед, который замерз в последнюю очередь.

Здесь я дам еще пояснения к опыту. Мы видим, что внутри есть непрозрачный цилиндр льда. Оказывается, что чем больше в воде растворено всяких солей, чем больше в ней примесей, тем сильнее должен быть мороз, чтобы заморозить ее. Поэтому происходит забавная вещь:

первым вдоль стенок и дна замерзает более чистая вода, а вода с примесями и растворенными солями смерзается в центре потом, в последнюю очередь. Это означает, что если заморозить воду с равномерно растворенными в ней примесями (попросту – грязью), то на стенках будет более чистый лед, а внутри – более грязный. Значит, просто заморозив воду, мы разделяем ее по чистоте! Можно без всяких фильтров получать более чистую воду из загрязненной. Итак, как получить более чистую воду?

Надо оставить эту пластмассовую баночку на некоторое время в теплой комнате, положив в миску. Когда лед внутри немного оттаяет, слей из нее «первую» воду в отдельную чашку и поставь рядом.

Очень важно не прозевать момент. Нужно через каждые полчаса сливать воду из пластмассовой баночки в раковину, чтобы под конец остался лишь небольшой кусочек льда (размером с ластик). Вот эту «последнюю» воду уже тоже можно перелить еще в одну чашку.

У тебя две чашки. В одной вода с верхнего слоя льда, во второй вода «из глубины» льда. Попробуй теперь на вкус воду из одной и из другой чашки. Ты увидишь, что вода отличается. Оказывается, внутри льда собралась соленая вода, а снаружи – чистая!

Происходит это потому, что вода замерзает неодинаково. Чем соленее вода, тем хуже она замерзает. Тепло отнимается в первую очередь от краев, поэтому у краев вода начинает замерзать – и более соленый раствор как бы перемещается внутрь.

То есть, если у нас есть загрязненная вода, мы ее замораживаем, а потом этот кусок льда ставим «обтаивать». Не дожидаясь, пока он обтаяет полностью, а собираем только воду с внешних краев – это более чистая вода. В принципе, если проделать это несколько раз подряд, – выбрасывая «грязный» лед и повторно замораживая уже более чистую воду с краев, – можно добиться довольно высокой очистки воды в домашних условиях. Именно по причине более высокой солености вода в морях и океанах замерзает при более низких температурах, чем пресные озера. Вода же в океанах соленая!

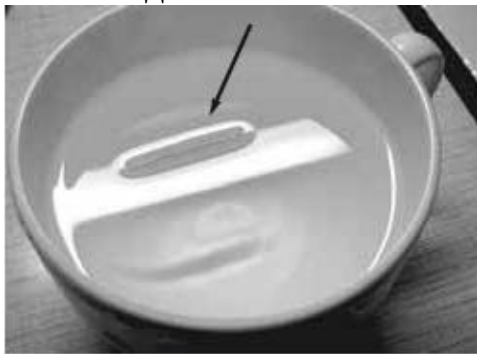
11

Компас из иголки

Для опыта нам потребуются: кружка, иголка, небольшой кусочек газеты.

Если мы еще не устали от жидкостей, попробуем ответить на один простой вопрос: как жуку-водомерке удастся бегать по воде? Все наверняка видели летом маленьких юрких жучков, которые шныряют по поверхности воды как заправские конькобежцы. И ведь не тонут, жуки такие!

Дело в том, что вода у самой поверхности обладает особыми свойствами. Мы не будем долго объяснять, в чем тут дело, просто запомним, что это действуют те же силы, которые заставляют подниматься жидкость по капиллярам. Можно представить, что каждая жидкость сверху как бы покрыта особой невидимой пленочкой. Для больших предметов (как мы с вами, хотя мы и не предметы) эти силы незаметны. А вот муравей или мотылек, попавший в каплю воды, не может из нее выбраться – невидимые силы склеивают ему лапки и не дают вылезти.



Иголка плавает по поверхности как жук-плавунец.

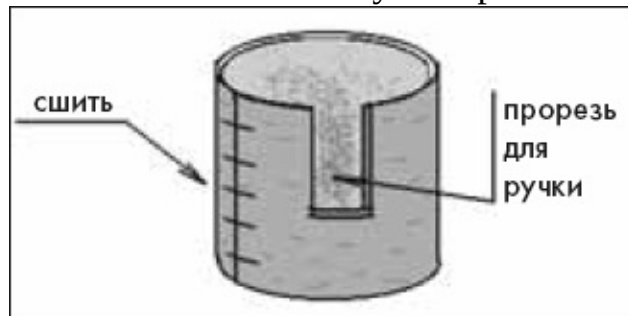
Мы можем провести интересный опыт. Представим, что мы оказались в глухой тайге и заблудились. У нас нет ничего, кроме кружки и иголки. (Кстати, если нет даже кружки, ее можно сделать из бересты, слепить из глины, наконец, просто найти кусок коры подходящей формы и зачерпнуть в него воды – лишь бы иголка поместилась...)

Как из этого смастерить прибор, который выведет нас к жилью? Оказывается, если знать законы физики (понимать, а не учить), то все просто.

Силы, которые действуют на поверхности жидкости, могут выдерживать железную иголку – но при одном условии. Иголка должна быть жирной, и еще ее надо очень аккуратно уложить на поверхность воды. Намажем иголку маслом. Надо это сделать так: потрогайте кусок масла пальцем, а потом потрите этим пальцем иголку. Теперь налейте в кружку обычной воды из-под крана и поставьте кружку на стол. Надо, чтобы вода успокоилась и не дрожала. Теперь оторвем небольшой кусочек газеты и положим его на поверхность воды. Сверху на плавающую газету аккуратно положим иголку. Оставим газету намокать. Через какое-то время газета намокнет и опустится ко дну. А иголка останется плавать! На фотографии на иголку указывает красная стрелка.

На фотографии отлично видно по отражению света, что вокруг иглолки образована как бы «впадина», то есть железо плавает за счет сил поверхностного натяжения воды.

Если поднести к ней магнит, она будет поворачиваться за ним, как настоящий компас. Так что, если вы хотите не потеряться в лесу, берите с собой иголку, натертую предварительно об магнит, а кружку можно сделать из бересты! Пальцы маслом можно и не мазать (на них всегда есть тонкий слой сала), а вместо газеты – несколько сухих травинок.



Этот опыт придумал не я, но, думаю, от этого он не стал менее интересным.

Практический совет: если вам доведется в тайге держать железную кружку с горячим чаем, то, чтобы не обжигать руки, сделайте себе на кружку кожух из бересты с упавшей березы. Отрежьте прямоугольник, сверните его в трубку под размер кружки, сшейте тонкой полоской бересты или веревочки, а для ручки оставьте прорезь. Как на рисунке.

12

Гейзер

Для опыта нам потребуется: металлический чайник с длинным носиком.

Раз уж зашла речь о природе, вспомним про удивительное явление – гейзер. Гейзер – это созданный природой горячий фонтан, который бьет из земли через определенные промежутки времени. Есть гейзеры, по которым уже много сотен лет можно проверять часы. Какое-то время все вокруг спокойно, как вдруг из-под земли, прямо из скалы, вырывается столб кипящей воды, поднимаясь у больших гейзеров на десятки метров.

Что же это за таинственные часы, которые заставляют гейзеры «идти» с такой точностью? Каким образом в природе создаются сами собой механизмы, способные отмерять время?

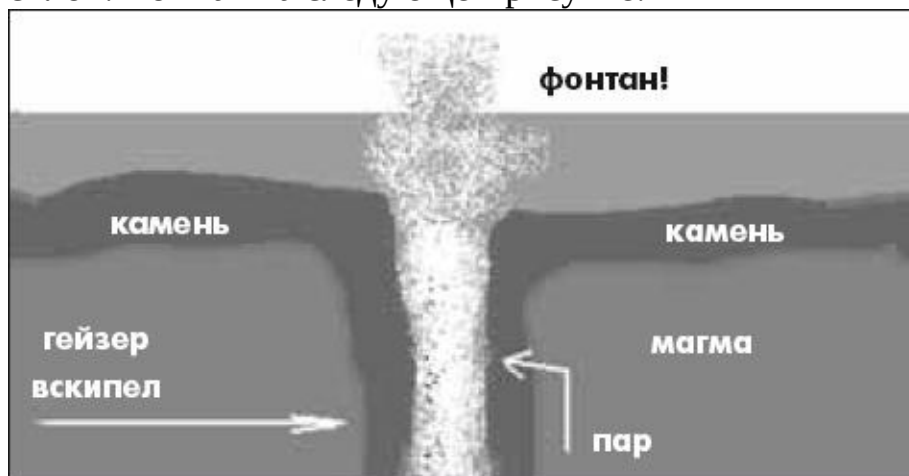
Надо заметить здесь, что в природе существует огромное количество механизмов, точно измеряющих время. Например, наша планета. Она, вращаясь вокруг своей оси, совершает точно один оборот за 24 часа. А ведь могло быть и иначе. Один день длится пять часов, другой – сто пятнадцать, третий – десять минут. Вот было бы здорово! Мы просто привыкли и не задумываемся, что повороты реки непредсказуемы, а повороты планет – предсказуемы. Но ведь бывает и так, что планеты сходят с орбит и звезды взрываются...

Но вернемся к гейзеру. Давайте рассмотрим, как устроен гейзер (или подземный фонтан) в природе. Чаще всего он располагается поблизости от вулкана, там, где раскаленная магма (подземное расплавленное вещество) очень близко подходит к поверхности. Представим, что в горе существует трещина, как бы трубка, которая уходит глубоко внутрь вулкана и с обеих сторон обогревается раскаленной магмой.



Смотрите, что происходит. Раскаленная магма через слой камня нагревает воду, попавшую в трещину (трубу). Вода закипает – но, как и в обычном чайнике, для этого требуется какое-то время. Так что чем больше гейзер, тем больше у него промежуток между извержениями. Когда вода закипит, она закипает сразу во всей трубе, потому что подогревается со всех сторон, а не только снизу (как в чайнике).

Закипев, вода, естественно, превращается в пар. А пар занимает гораздо больший объем – попросту говоря, пару нужно гораздо больше места, чем воде, из которой он образовался. (Еще говорят так: давление внутри трубы повышается. То есть пар давит во все стороны.) Пар, толкаясь и шипя, начинает прорываться наружу, через слой воды – вверх, с огромной силой. Вот как на следующем рисунке.



После того как вода и пар выплеснулись из трубы и труба на какое-то мгновение стала почти пустая, в нее снова затекает уже холодная вода из озерка, которое обычно находится над гейзером. И все повторяется сначала. Поскольку температура воды в озере меняется несильно, температура магмы – тоже, то гейзер закипает всегда через один и тот же промежуток времени. Получается как если бы мы всегда наливали одинаковое количество воды в чайник (причем вода была бы всегда одной и той же температуры), включали конфорку электроплиты на одно и то же деление и

замеряли, сколько времени требуется, чтобы вода вскипела. Понятно, что время будет всегда одинаковым.

Можно ли наблюдать это явление в домашних условиях? Я долго думал, как сделать простой прибор, но все выходили какие-то сложные трубки с подогревом. И вдруг вспомнил старые добрые чайники с длинным носиком. Не эти, современные, пластмассовые – а металлические. Когда их, бывало, наливали доверху и ставили на газовую горелку, то при сильном пламени вода в носике чайника закипала быстрее, чем во всем чайнике, – и чайник начинал плевать водяными брызгами изо всех сил. Это и есть точная модель гейзера. Носик играет роль трещины в земле, заполненной водой. Газовая горелка – роль огненной магмы. А вскипающая вода, превращаясь в пар, точно так же выталкивает ту воду, что находится выше, наружу. Если ты найдешь такой чайник, попробуй налить его водой полным и поставь на сильный огонь. Может быть, получится гейзер.

Из этой главки мы незаметно познакомились со многими важными явлениями, которые используются в жизни: например, свойство воды при закипании образовывать пар. Мы узнали, что пару нужно больше места, чем воде, и он начинает сильно расширяться. Это свойство пара использовалось в первых паровозах. Сгорая в топке, дрова подогревали котел, в котором образовывался пар. Пар рвался наружу, попадал в специальную камеру, где толкал поршень... В современных машинах используется бензин, который, сгорая, тоже образует газообразное вещество (что-то вроде пара, только очень ядовитого).

Практический совет: никогда не разогревайте консервные банки, предварительно не открыв их. Ведь жидкость, содержащаяся внутри, может вскипеть – и тогда банку разорвет как бомбу. Веселого мало: во-первых, содержимое банки размажется по стенкам и потолку, а, во-вторых, кипящая жидкость может сильно обжечь того, кто не знает физики!

13

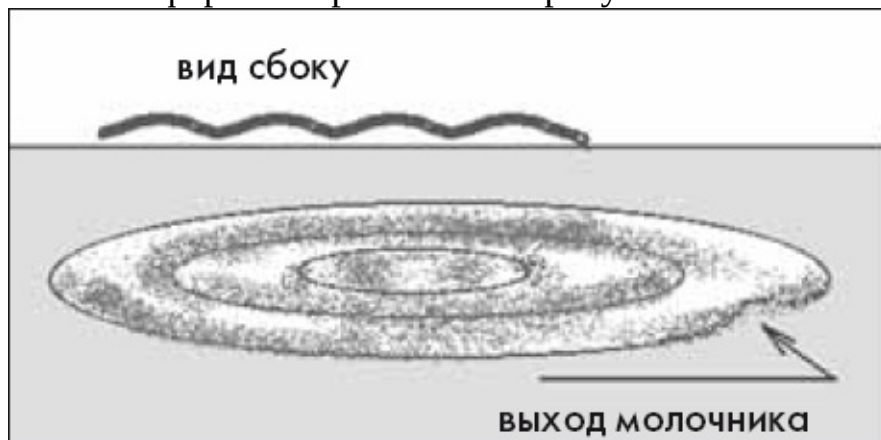
Сторож из крышки

Для опыта нам потребуются: кастрюлька с водой, завинчивающаяся железная крышка от любой банки.

– А у вас молоко убежало! – говорил Карлсон, который живет на крыше, фрекен Бок, чтобы избежать нахлобучки. Действительно, что может быть страшнее для хозяйки, чем убежавшее молоко? Сторожишь его, сторожишь – и никакого толку. Плита вся залита, да и запах ужасный. Что же делать?

И вот изобретательные люди придумали «сторож», который начинает постукивать по дну кастрюльки с молоком перед тем, как оно закипит. Как же устроен этот хитрый прибор?

Оказывается, это всего-навсего плоский металлический кружок с вдавленной ямкой в форме спирали. Как на рисунке.



Молочник имеет небольшой выход сбоку, где железо приподнято и не очень плотно прилегает к дну кастрюли. Пользуются им очень просто: кладут на дно и наливают сверху молока. Когда молоко начинает нагреваться, то оно расширяется. Теплое молоко, расширившись и увеличившись в объеме, начинает подниматься вверх (по закону Архимеда – но мы пока о нем не будем рассказывать).

Если бы молочника не было, нагретое молоко свободно поднималось бы ото дна и на его место приходило более холодное сверху. А когда на дне лежит молочник, то нагретое молоко не может подняться прямо вверх из-под молочника, оно начинает выбегать по спирали из «туннеля» к тому

месту, где у молочника сделан выход. И пока бежит, нагревается от дна еще сильнее. Если же температура молока близка к закипанию, молоко успевает закипеть под молочником до того, как успеет выскочить наружу и смешаться с остальным молоком. Ну а закипев, оно превращается в молочный пар – то есть превращается в пузыри, которые приподнимают молочник словно маленькие воздушные шарики и заставляют его стучать по дну кастрюли!

Как сделать опыт дома? Очень просто. Если нет под рукой молочника, надо взять обычную закручивающуюся железную крышку от любой банки. Положите ее на дно кастрюльки с водой так, чтобы она лежала «горбиком» кверху и между ее поверхностью и дном кастрюли было пространство, заполненное водой. Поставьте кастрюльку подогреваться и наблюдайте. Когда вода будет близка к закипанию, под крышкой она уже начнет образовывать пузыри, и крышка «отсалютует», приподнявшись от дна одним краем.

Вот какой хитрый прибор можно сделать из обычного куса железа и как много разных законов использовать, чтобы он работал. В принципе, молочник похож на свернутый в спираль и положенный на бок гейзер. И это действительно так. Очень важное качество для вдумчивого человека – уметь увидеть одинаковое по сути в разном по форме. Ну, скажем, что общего между свечкой и будильником? Но об этом – в следующей главе.

Практический совет: некоторые жидкости оказываются еще более вязкими, чем вода или молоко. Поэтому архимедовой силы не хватает, чтобы «приподнимать» более нагретые слои и смешивать их с более холодными. И нагретый слой у дна кастрюли может подгореть. Так что помешивайте при готовке гороховый суп, рисовую и манную каши и другие вязкие жидкости.

Для опыта нам потребуются: свечка, несколько небольших гвоздиков.

Многое из того, что мы видим вокруг, совершается по одним и тем же законам, хотя на первый взгляд сильно отличается друг от друга.

Например, такое явление, как поток, течение. Потоки могут быть разными. Это может быть жидкость, текущая по поверхности (ручей), текущая внутри чего-то (подземная река, вода в трубе). Но в металле может течь ток, то есть электрический заряд. В воздухе течение образуется из самого воздуха, а может образовываться из других газовых смесей, например поток газа из автомобильной выхлопной трубы. Световой поток может «течь» по оптическому волокну... Даже твердые камни могут течь – когда сходят потоком со склона горы.

И во всех этих течениях есть как одинаковые, так и различные черты. Интересно подмечать одинаковое в разном и разное в одинаковом. Возьмем в качестве примера поток времени. Он невидим. Его можно только заметить по изменениям вокруг. Так, колышущиеся ветви деревьев высоко над головой говорят о ветре.

Долгое время человечество жило и просто наблюдало за течением времени. Но настал момент, когда захотелось измерить его скорость. Первыми такими «приборами» стали солнце, луна, звезды. Уже около тридцати тысяч лет назад наши предки носили с собой календари. Такой календарь был вырезан на костяной палочке и показывал изменение фазы луны (когда луна полная, а когда серпом...).

Но бывает, что хочется узнать время точнее, чем просто «утро» или «вечер». Кроме того, солнце не всегда видно за облаками, да и звезды не каждую ночь светят. И человек стал придумывать разные способы измерить скорость течения потока времени.

Одним из самых первых и самых простых способов стал, конечно же, способ измерения времени с помощью горения. Если взять две примерно одинаковые по длине палки из одного и того же дерева, то они сгорят примерно за одно и то же время. Из небольшого светильника масло выгорает всегда примерно за одно и то же время. Потом научились делать

свечи. И придумали новый способ отмечать время. Рассмотрим картинку.



Поставим свечку на блюдечко. Предварительно в свечку на одинаковом расстоянии друг от друга воткнем небольшие гвоздики, например обойные. В спокойном воздухе комнаты свечка горит почти с одинаковой скоростью по всей длине. Поэтому через примерно равные промежутки времени гвоздики будут падать по мере выгорания свечи и стучаться о блюдечко, отбивая время.

Китайцы, построившие Великую Китайскую стену, чтобы защищаться от набегов кочевников из степей, несли стражу вдоль всей стены. Но стражникам надо меняться. Поэтому китайцы изготавливали большие свечи, в которые вставляли металлические шары. Под такую свечку ставили большой медный таз. Металлический шар, падая в таз, отбивал время так громко, что даже ленивый стражник просыпался!

Можно усложнить наш опыт, воткнув в свечку сначала один гвоздик, пониже два рядом, еще ниже три рядом, и так далее. Тогда свечка будет «отбивать» часы как настоящие настенные, с боем!

Практический совет: всегда, оставляя свечку гореть, ставьте ее в небольшой тазик, в который налейте немного воды. Мало ли что в жизни случается, например доведется заснуть и забыть потушить свечку. Немало людей погибло в пожарах от таких случаев. А свечка, окруженная водой, становится тигром в клетке – безопасной.

15

Капающее время

Для опыта нам потребуются: любая пустая консервная банка, шило.

Мы говорим иногда: «много воды утекло» про что-то, что было давным-давно. Значит, можно измерять течение времени с помощью другого потока – водного. Такой прибор придумали древние греки, назвав его «клипсидра», или «водяные часы». Что это за такие водяные часы? Да просто дырявое ведро! Я даже не буду рисовать рисунок. Уж дырявое ведро все видели или способны представить. Если в дне любого сосуда проделать дырочку, а потом залить доверху водой, то вода выльется через эту дырочку за определенное время.

Возьмите любую пустую консервную банку. Пробейте гвоздиком в стенке около самого дна маленькую дырку. Поставьте банку в раковину, налейте в нее воды и следите за понижением уровня. Теперь возьмите часы и через каждые полминуты ставьте отметку – где находился уровень воды. Проще всего отметку делать шилом, нанося царапинку на стенку банки внутри. Теперь из банки получился секундомер! Конечно, он не очень удобный, не очень точный, но все-таки это настоящие часы, которыми пользовались греки много веков.

Кстати, вы обратили внимание, что расстояние между отметками сначала было большое, а затем стало уменьшаться? Это потому, что вода вытекает из сосуда все медленнее, по мере того как понижается ее уровень. Греки, чтобы справиться с этим недостатком, делали конические сосуды для своих клипсидр.

Практический совет: если, не дай бог, придется сильно пораниться или столкнуться с раненым, помни – кровь это жидкость, человек – сосуд. Поэтому от того, с какой скоростью вытекает из раны кровь, зависит и то, хватит ли времени, чтобы спасти человека. Чем сильнее бьет струя, тем быстрее надо действовать. Самый простой способ – смело и сильно зажать рану пальцем или ладонью или куском плотно сложенной чистой материи и затем уже, замедлив вытекание крови и,

соответственно, увеличив время на «часах жизни», искать материал для жгута, предпринимать другие действия. И обязательно почитай книги об оказании первой помощи. Есть вещи, которые надо в жизни знать обязательно, – и это не только физика.

Секундомер из веревки

Для опыта нам потребуются: один метр веревки, любой груз (например, камешек).

Конечно, дырявое ведро тоже можно использовать в качестве часов. Но как-то не очень удобно ходить с ним по улице и на вопрос «Который час?» говорить: «Уже полведра». Человечество перестало измерять время длиной тени от солнца, песка в колбе, водой в клипсидре, шариками в свечке и изобрело механические часы, использующие энергию пружины или падающей гири для работы. Но мы учимся – и сейчас я расскажу, как сделать секундомер из веревки.

Рассказывают, что великий Галилей измерял время с помощью собственного пульса. Но однажды Галилей наблюдал за огромным маятником и обнаружил, что движения маятника очень равномерны. Каждый взмах маятника происходит за одно и то же количество ударов сердца. Так было открыто очень интересное явление. Оказывается, время, за которое любой маятник делает один качок туда и обратно, зависит только от длины самого маятника. И ни от чего больше. Поэтому, если подвесить груз на веревку определенной длины, маятник будет делать «качок» за одно и то же время. Это и будет нашим секундомером. Значит, чтобы всегда иметь возможность сделать точные часы (уж веревку-то можно найти всегда или сплести из трав и лиан, волос лошади, полосок кожи и т. д.) – надо только запомнить, что маятник длиной один метр (если быть точным, почти один метр) делает качок в одну сторону за одну секунду. Так что в любой точке земного шара вы можете достать из кармана веревку, прикрепить к ней подходящий груз (например, камушек) так, чтобы их общая длина была примерно один метр, подвесить к любой ветке – и, качнув, спокойно отсчитывать секунды.

Практический совет: мы знаем, что чем длиннее веревка, тем дольше длится «качок» маятника. Понятно, что при спуске по веревке с большой высоты надо учитывать это обстоятельство. Если веревка начала раскачиваться, то она будет это делать очень плавно и медленно, и надо делать в свою

очередь очень плавные движения, чтобы успокоить этот длинный «маятник».

Стоячая волна, или Буря в стакане воды

Для опыта нам потребуются: большая пластмассовая миска (можно взять широкую пластиковую бутылку с отрезанным горлышком), миксер.

Раз уж мы начали про веревки, подумаем, какие законы физики можно изучить с помощью веревки. Жидкости не надоели? Тогда опишу еще одно явление в жидкости, которое довольно редко встречается и достаточно красиво выглядит. И в этом явлении при всем прочем скрыты интереснейшие тайны. Это – стоячая волна. Я упомянул про веревку, потому что с ее помощью мы сначала научимся создавать стоячую волну.

Итак, надо привязать кусок веревки к любому предмету и начать его крутить, как крутят прыгалки. Получится одна большая волна, бегущая по кругу. Но попробуйте крутить быстрее, еще быстрее и еще быстрее. Наступит момент, когда волна как бы разобьется пополам и на ее месте окажутся две волны – а в середине будет как бы перемычка.



Это место, которое стоит неподвижно, когда вся остальная веревка «волнуется», называется «узел». Точка, в которой волна волнуется наиболее сильно, называется «пучок». Оказывается, чем быстрее вы вращаете веревку, тем на большее количество волн она разобьется. Редко удастся получить больше двух-трех узлов на одной веревке. Но это не страшно. Теперь мы видели, как образуется стоячая волна.

Если же разобраться более подробно, то волна образуется от сложения волны, бегущей по веревке в одну сторону, и отразившейся волны, возвращающейся обратно. В том месте, где образуется пучок, гребень,

размах обеих волн складывается, и веревка колыхнется с удвоенной силой. В точке узла волны «вычитаются» друг из друга – и движения нет.

У меня дома есть специальная машинка, которая испускает волны очень высокой частоты. В ней я чищу ювелирные изделия (кольца, сережки и так далее). Ультразвук, то есть звук очень высокой частоты, порождает вот такие красивые стоячие волны в этой машинке – я сфотографировал ее сверху, железное дно отражает свет и прекрасно видны устойчивые волны.



Это фотография моей машинки, когда она работает и на воде образуются стоячие волны.

Это явление в природе можно иногда наблюдать, если следить за морем с высоты. Волны равномерно набегает на берег или скалу, отражаются от нее и бегут обратно, складываясь с другими набегавшими волнами. Поскольку расстояние между гребнями примерно одинаковое, то иногда можно наблюдать, как создается интересная картина – на несколько мгновений волны как бы застывают, в одних местах вода качается вверх-вниз, в других она словно бы застыла. Но такое можно увидеть редко. И к тому же не все могут позволить себе поехать на море. И не у всех есть такие приборы, как у меня. Давайте же попробуем увидеть и пронаблюдать стоячие волны, прямо не выходя из комнаты.

Если у вас есть миксер (для взбивания кремов), то опыт получится. Возьмите большую пластмассовую миску. (А можно широкую пластиковую бутылку с отрезанным горлом.) Налейте в миску воды почти до краев. Теперь включите миксер, но не опускайте вращающиеся венчики в воду, а коснитесь ими снаружи стенки миски. Вибрация от миксера передастся воде, и вы увидите вдруг, как поверхность превратилась в дрожащую, но достаточно устойчивую картину. Каждая маленькая волна словно стоит на месте! Можно сделать еще проще, правда, волна будет неустойчивой, но само явление отражения от стенок будет достаточно ярким. Для этого я взял большую пластиковую бутылку, достаточно широкую, отрезал у нее верх и получил хорошую, достаточно упругую емкость. Налил в нее воды и

стал ударять ложкой по краю. После удара возникает мгновенная волна, и на фото отлично видно, как «вздыбилась» поверхность воды, превратилась на миг в бурлящее море! Иногда всплески на гребнях так сильны, что из воды вылетают отдельные брызги – довольно далеко и высоко. Попробуйте сами, это забавно.



На фотографии видно, как поверхность воды на мгновение превращается в бурлящий и кипящий хаос. Это складываются и вычитаются волны, набегающие со всех сторон друг на друга.

В природе часто встречается стоячая волна, но увидеть ее непросто. А мы увидели.

Практический совет: волны отражаются от препятствий, как мы заметили на нашем примере. Продумай это физическое явление с более глубокой, философской точки зрения. Если ты запускаешь в пространство волну, мысль, действие, образ, слова, творение – то, поскольку мир наполнен препятствиями, очень скоро все это может вернуться к тебе, отразившись от других людей, мыслей, слов, творений. И хорошо бы научиться так жить, чтобы возвращающаяся волна не сбивала с ног.

Звуковая стоячая волна

Для опыта нам потребуются: пустая бутылка, узкий колпачок от фломастера или пустая ручка без стержня.

Волна, которую мы пускали по веревке, почти ничем не отличается от волн, которые летают вокруг нас по воздуху и которые мы слышим как звуки. Во-первых, звуковые волны отражаются от препятствий. Поскольку волны отражаются обычно от препятствий, которые по размерам больше длины волны, то звуковые волны отражаются от больших стен, зданий, скал, обрывов. Кстати, чтобы получить хорошее эхо, надо встать на пригорке, обрыве, холмике так, чтобы впереди на расстоянии нескольких сотен метров была вертикальная преграда, достаточно большая для волны (рис. 1).



Рис. 1

Волна, которую вы создаете своим голосом, смодулирована, то есть, попросту говоря, она не гладкая. На ее поверхности есть еще и всякая рябь, и дрожь, и много каких других мелких волночек наложились – и все они почти без искажений отражаются назад. Поэтому мы и слышим эхо, «повторяющее» наши слова. На рисунке 2 видно, как волна, отразившись от стенки, летит нам в ухо, сохраняя свою форму.

Самое интересное, что для нас эхо – редкость и развлечение, а вот для летучих мышей и дельфинов – это способ «видеть» окружающее пространство. Дельфин бросает звуковую волну («кричит») и по отражению от предметов может найти стаю рыбы, плавающее судно, своих товарищей-дельфинов. Какая нам польза от стоячих волн и эха? Бывает ли,

что эти физические явления спасают жизнь человеку? Бывает, и очень часто. Все космонавты и астронавты носят в скафандре специальный прибор, который использует оба эти явления. Полиция многих стран мира также использует этот прибор. Судьи на футбольных матчах не выпускают этот прибор изо рта. Догадались? Конечно же, свисток. Давайте рассмотрим, как происходит свист.



Рис. 2

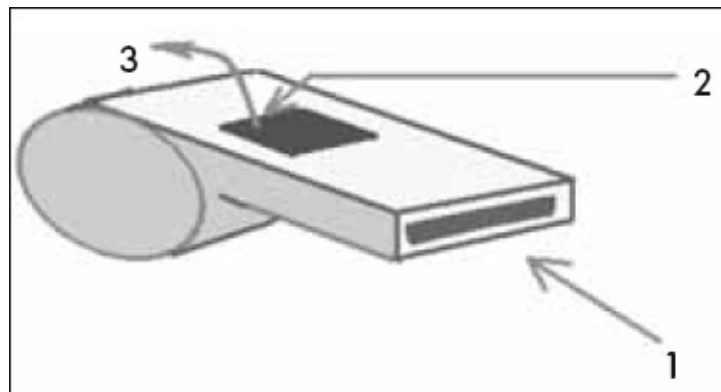


Рис. 3

Воздух, как видно из рисунка 3, влетает в плоскую щель (1), частично заходит внутрь барабана, а частично ударяется об острый край специального выреза (2) и затем вылетает наружу, пересекая струю входящего воздуха (3).

Ухом мы слышим пронзительный свист – это означает, что в воздухе существуют колебания с высокой частотой. Воздух колеблется, как вода в нашем опыте с миской и миксером. Чем выше звук вообще, тем чаще колеблется воздух. Человек в среднем может слышать ухом колебания до 20 тысяч раз в секунду. Дальше уже начинаются области ультразвука, которые слышит собака, летучая мышь, – но не слышит человек.

Физические процессы, протекающие в свистке, если их описывать

очень точно при помощи формул, весьма и весьма сложны. Но можно нарисовать простую схему, которая будет неплохо объяснять, что же там происходит. Посмотрим. Свисток можно представить в виде горлышка бутылки или длинной трубки, закрытой с одного конца. Если поднести бутылку к самым губам и сильно подуть вдоль отверстия, то часть воздуха будет заходить в бутылку, отражаться от дна и вылетать вверх, пересекая набегающую струю. Получатся три потока воздуха, которые я нарисовал рядом для наглядности (рис. 4): первый поток – прямо от губ вперед, над самым отверстием, второй – вниз, отражающийся от дна, и третий – вверх, пересекающий первый поток.

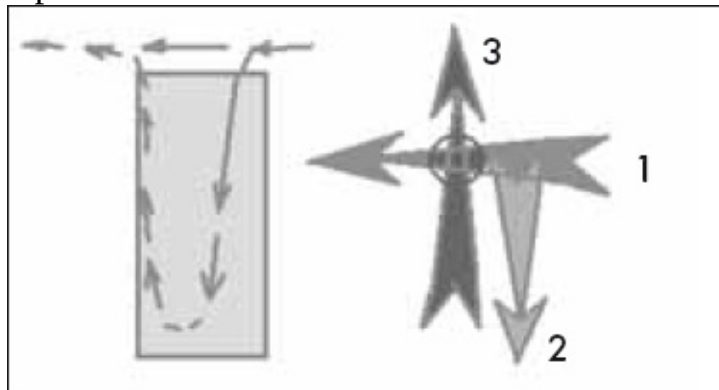


Рис. 4

Тот поток, что ударяется о дно и идет вверх, отражаясь как эхо, создает стоячую волну колебаний в бутылке, или в камере свистка. Первый поток, прерываясь колеблющимися ударами воздуха, летящего изнутри вверх, дает мощный поток колебаний воздуха во все стороны, который мы слышим как резкий свист.

Для усложнения этого красивого явления в некоторые камеры свистков кладут небольшие шарики. Они, попадая в колеблющуюся струю воздуха, сами начинают подпрыгивать – ведь любые колебания несут с собой энергию, мощь – и добавляют собственные прерывания потока в общую картину. Свист становится булькающим, прерывистым.

Другой вариант используется в дудках и флейтах. Зажимая пальцами отверстия дудочки или свирели, мы изменяем длину камеры – а вместе с ней изменяем и форму, размеры, параметры образующейся внутри стоячей волны. И это изменяет тон, высоту звука.

Сделаем простой опыт. Возьми пустую бутылку, поднеси к ней губы и с силой дунь поверх открытого отверстия. Ты услышишь (после нескольких попыток) гудок! Если же взять колпачок от фломастера, или пустую ручку без стержня, или кусок бамбуковой палочки, закрытой с одной стороны, –

то ты услышишь свист, как в настоящем свистке. Кстати, мексиканские индейцы из таких бамбуковых трубочек разной длины собирают целый музыкальный инструмент, что-то вроде губной гармошки. И играют на нем очень интересные мелодии!

Практический совет: возьми отрезок любой не очень толстой трубки, заткни его с одного конца кусочком ластика – вот тебе свисток на случай опасности.

Свистящая трава

Для опыта нам потребуются: ровная широкая травинка или узкая длинная полоска бумаги.

Если уж зашла речь про свист, посмотрим, как можно еще использовать колебания воздуха для получения громких звуков. Сорви ровную широкую травинку (будь осторожен – в наших краях растет осока, которой можно сильно порезать пальцы). Зажми травинку между большими пальцами рук, так чтобы оба ногтя располагались рядом и «смотрели» прямо на тебя. Травинка должна лежать между пальцами и быть слегка натянутой. Ты увидишь, что между пальцами образуется щель, которую разделяет травинка.

Поднеси теперь к этой щели губы и сильно дунь. Если тебе удастся натянуть травинку, слегка выпрямив пальцы, то ты услышишь сильный и довольно противный звук. Вроде как кошку ошпарили.

Наши старые знакомые, колебания, возникают от завихрений воздуха вокруг травинки – и мы слышим их как звук.

У меня получалось пищать даже через узкую и длинную полоску бумаги!



На фотографии видно, как зажимать полоску бумаги или травинку. Поэкспериментируйте с разными материалами. Главное, чтобы эта полоска была достаточно сильно натянута. Если сильно-сильно дунуть в щель между пальцами, полоска начнет вибрировать и издавать нужный звук.

Телефон из трубы или веревки

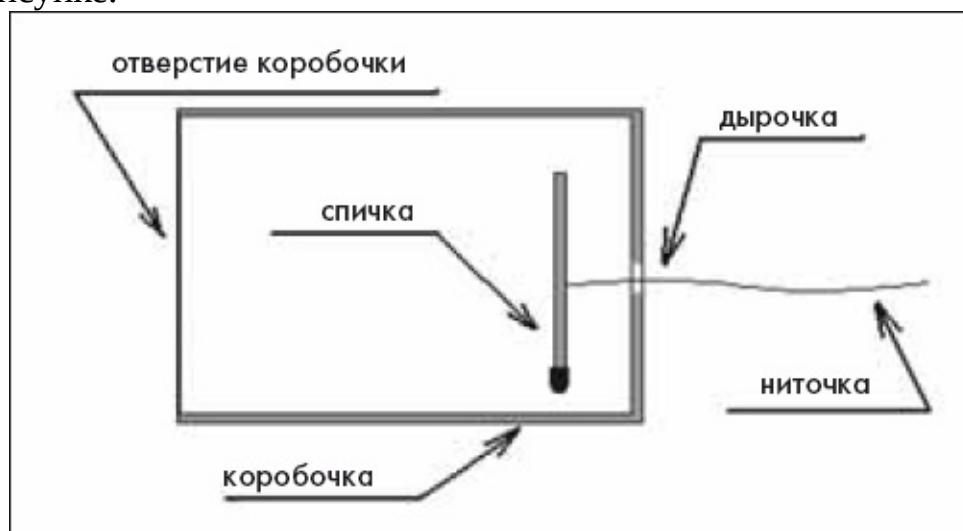
Для опыта нам потребуются: две пустые коробочки из-под йогурта, шило, две спички или зубочистки, длинная нитка.

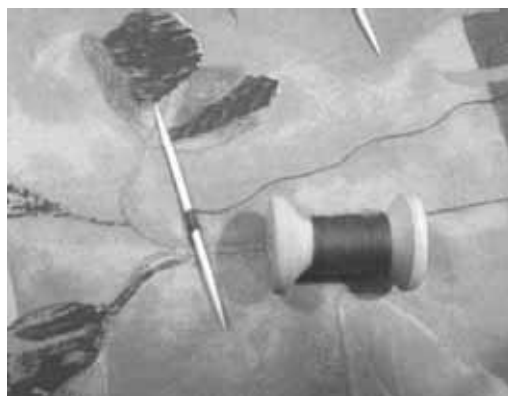
Еще одно интересное свойство любых волн, над которым стоит задуматься: в разных веществах скорость волны изменяется. Например, звуковая волна в воздухе бежит со скоростью примерно 330 метров в секунду.

Но вот в воде звуковая волна бежит в несколько сотен раз быстрее, потому что вода – более плотная, чем воздух. Вообще, чем плотнее вещество, тем быстрее и дальше бежит по нему волна. Именно поэтому индейцы «слушали» землю, чтобы определить приближение стада бизонов или другого отряда индейцев. Топот копыт по земле передается дальше и лучше слышен, чем по воздуху.

Мы используем это свойство волн для того, чтобы сделать самодельный телефон из толстой нитки и двух пустых легких коробочек из-под йогурта.

Возьми две спички, сделай в дне каждой коробочки небольшую дырочку шилом, просунь туда длинную нитку и привяжи спичку так, чтобы она держала нитку и не давала ей выскочить наружу. Получится примерно как на рисунке.





На фотографии я показал, как привязывать нитку. Вместо спички я использовал зубочистку. Это неважно. Нужна просто палочка.



На этой фотографии видно, как в широкую пластиковую бутылку с отрезанным горлышком (я использовал ее вместо спичечного коробка) вставлена зубочистка с ниточкой. Ниточка выходит через дно наружу.

Когда мы соединим таким образом две коробочки из-под йогурта прочной ниткой, то получим две «телефонные трубки» и «телефонный провод». Можно взять любую другую коробочку. Она работает как усилитель звука, резонатор.

Теперь надо выйти на открытое пространство (во двор, на луг) и встать так, чтобы нитка была натянутой. Не обязательно натягивать ее очень сильно (а то можно порвать) – главное, чтобы нитка не касалась никаких предметов – травы, кустов, забора... Если теперь говорить в одну коробочку негромко, то из другой коробочки будет слышен звук. Мне удавалось передавать сообщение на 100 метров при сильном ветре, когда даже крика моего товарища не было слышно просто по воздуху!

Все дело в том, что нитка играет роль «волновода», и волна по

материалу более плотному, чем воздух, пробегает быстрее и лучше. Повторюсь, что особенно заметно, как хорошо работает телефон на воздухе во время ветра. Ветер заглушает слова и сносит крики – а телефон работает.

Практический совет: если тебе надо привлечь к себе внимание, используй свойства звуковых волн, о которых мы рассказали. Например, если в лесу бить палкой по лежащему бревну, звук разносится очень далеко, дальше, чем крик. Этим пользовались африканские племена, передавая свои сообщения. Ударять надо так, чтобы люди поняли: это не просто стук, а призыв о помощи. Самым простым кодом будет сигнал SOS – это три коротких удара, три долгих и снова три коротких. Вот так: бум-бум-бум... бум... бум... бум... бум-бум-бум. Этот сигнал надо знать всем!

Гравирование йодом

Для опыта нам потребуются: кусок железа с гладкой поверхностью (например, старый ножик или ненужная металлическая деталь), иголка или шило, йод, свечка.

Все волны да волны – попробуем отвлечься и заняться чем-нибудь любопытным и безопасным. Например, гравированием по металлу. Что такое гравирование? Это получение надписей на твердом материале. Например, мы хотим пометить ключи своими инициалами.

Для этого опыта нам не понадобятся сложные инструменты. Нужен лишь пузырек с йодом да стеариновая свечка. Возьми для начала ненужный кусок железа с гладкой поверхностью. Можно взять старый ножик, например, или просто ненужную металлическую деталь. Подложи под кусок металла фанерку, чтобы не попортить стол. Этот опыт лучше делать с мамой или папой, потому что нужно будет зажигать свечку. Зажги свечку и накапай стеарином на поверхность металла тонкий слой. Нам нужно сделать так, чтобы йод попадал не везде, а только туда, куда мы захотим. Дай стеарину остыть и процарапай любым острым предметом (иголкой, кончиком ножа) буквы, черточки, кружочки – все что угодно – на поверхности стеарина до самого металла.

Теперь капни йод на процарапанные надписи или рисунки. Смотри, через несколько минут йод посветлеет. Он вбирает в себя металл, железо, растворяя его. Промокни аккуратно посветлевший йод ваткой (ватку потом надо будет выкинуть) и капни снова свежую порцию йода на это же место. Так надо продолжать довольно долго, час или больше, обновляя йод через каждые 10 – 15 минут. Когда ты затем отчистишь металл от стеарина, то увидишь, что йод прогрыз в металле углубления в тех местах, куда попал!

Одно плохо, местами йод будет затекать под стеарин, и надписи получатся не очень красивыми. Но ведь для нас главное – узнать новое. А если ты захочешь сделать красивые надписи, металл надо сначала покрыть более прочным лаком (я пробовал лак для ногтей, получается лучше) и процарапывать надписи по лаку.

Оказывается, одни вещества могут «съедать» другие, а люди могут это использовать в своих целях. Я себе пометил все ключи своими инициалами

и теперь сразу отличаю их от ключей моих детей или моей жены. Очень полезно.

Практический совет: работая с любыми неизвестными веществами, будь очень осторожен. Ведь если обычный йод может прогрызть металл, кто знает, что случится, если на кожу попадет неизвестное вещество!

Радуга на тонких пленках

Для опыта нам потребуются: блюдечко, мыльный раствор, трубочка или рамка для выдувания мыльных пузырей.

Обращал ли мой пытливый читатель внимание на радужные пятна, которые получаются на лужах от бензина? Интересно, почему возникает такое разноцветное великолепие из соединения довольно грязной воды и бензина?

Оказывается, все дело в толщине слоя бензина. Бензин (если его немного) растекается по поверхности воды невероятно тонким слоем, таким, что не измерить его толщину ни одной линейкой. Даже световая волна успевает сделать всего несколько колебаний, пока пробегает этот слой. И вот что получается: свет проникает через сверхтонкую бензиновую пленку, а затем бежит дальше, в воду. Но часть света отражается от поверхности воды и «вырывается» обратно, наружу, навстречу световому потоку. При этом световые волны, «вбегающие» в бензин и «выбегающие» из него, складываются и вычитаются, совсем как арифметические числа. Представить это трудно, но мы просто запомним.

В результате этих сложений и вычитаний (которые ученые называют красивым словом «интерференция») часть цветов может пропасть, и останется только один цвет, например красный или синий.

Ведь мы не задумывались, что обычный белый цвет содержит в себе все цвета радуги. И вот, оказывается, обычная тонкая пленка бензина может «извлекать» из смешения всех цветов тот или другой цвет!

Ученые используют это явление для измерения толщины сверхтонких материалов. Они могут подсчитать, насколько изменилась толщина пленки, через которую прошел и отразился свет, в зависимости от изменения цветов на поверхности пленки. Так что бессмысленные радужные пятна на луже скрывают очень интересное и полезное явление.

Где еще можно встретить это явление? Да в любом доме. Возьми любой фотоаппарат с хорошим объективом и посмотри на стекло объектива внимательно. Ты увидишь, что предметы, отражающиеся в объективе, меняют свой цвет, становятся красноватыми или синеватыми. Дело в том, что ученые придумали, как нанести на стекло пленку специального

материала такой толщины, чтобы свет при всех «сложениях» и «вычитаниях» почти не отражался от стекла, а весь проходил внутрь фотоаппарата. Это же свойство используют астрономы для своих телескопов.

А мы можем понаблюдать сверхтонкие пленки на обычных мыльных пузырях. Проведем простой опыт.

Возьми блюдечко, сделай мыльный раствор (или просто добавь в воду моющего средства и размешай) и выдуй мыльный пузырь через трубочку. Отлично подходит средство для мытья посуды типа «Фейри». Если ты приглядишься, то увидишь, что пузырь переливается всеми цветами радуги. Происходит то же отражение света, что и в пленке бензина, потому что толщина мыльного пузыря просто ничтожна. Если наблюдать за спокойно сидящим на блюдце пузырем (блюдце должно быть смочено мыльным раствором, тогда пузырь не сразу лопнет), то мы заметим следующие явления.



На фотографии пузыри на тарелке. Видно, что в отражениях блестит радуга.

Сначала пузырь будет не очень «разноцветным», потом с него будут как бы «стекать» цветные пятна. Если на пузырь аккуратно подуть, то эти пятна будут завихряться, как вода в бурунах.

Это происходит потому, что изменяется толщина стенок пузыря. Мыльный раствор под действием притяжения Земли стекает вниз, пузырь становится тоньше сверху, и, соответственно, «стекают» цвета. Когда же мы дуем на пузырь, мы «гоним волну» по жидкости, а вместе с волной бегут и цветные пятна. А почему радуга зависит от толщины пленки, мы еще узнаем, если будем читать книгу дальше. Кстати, чтобы пузыри подольше не лопались, можно добавить в раствор глицерина. Его свободно продают в аптеках, и стоит он недорого.

Вот как много красивого и увлекательного могут показать нам обычные тонкие пленки.

Практический совет: если у тебя есть младший брат или сестренка, поиграй с ним в мыльные пузыри. Это очень увлекательно и безопасно. И удовольствие получите оба!

23

Вызывающие дождь

Думаю, пора снова немного отвлечься и заняться чем-нибудь менее напряженным для мозгов. Давайте посмотрим, как древние мексиканские индейцы использовали сразу несколько физических явлений для того, чтобы сделать магический прибор – посох, вызывающий дождь.

Если вам доведется побывать в далекой Мексике и посетить деревню, где живут настоящие горбоносые и гордые индейцы, то вы можете увидеть интересные посохи из толстых бамбуковых трубок, украшенные с концов разноцветными перьями. Посохи эти ничем не отличаются от простых разукрашенных палок – пока их не возьмешь в руки и не перевернешь кверху ногами. Тогда неожиданно внутри посоха раздается шум льющегося тропического ливня, неожиданно громкий и отчетливый. И шум этот длится очень долго, многие минуты – пока вдруг не затихнет, совсем как настоящий тропический ливень. С помощью таких приборов древние индейцы вызывали во время религиозных обрядов дождь во времена великой засухи. Современные же индейцы продают эти посохи на сувениры туристам, да еще дают послушать детям, чтобы те крепче спали в своих гамаках.

Как же устроен такой посох? Оказывается, очень просто. Ствол бамбука внутри разделен перегородками и имеет отдельные камеры. Как на рисунке.



А вот на фотографии виден обычный бамбук, как его используют индейцы для своих шаманских изделий.



В бамбуковых рощах всегда водится много скорпионов, которые заползают в эти камеры через щели в старом бамбуке и живут в них. Кстати, бамбуковая беседка по-мексикански называется смешно и просто – «лапа-лапа». А любая бамбуковая роща, даже очень большая, на самом деле – это одно растение, которое умирает все сразу в один день.

Так вот, индейцы пробивают в перегородках небольшие дырочки и насыпают в бамбуковый ствол небольшие камушки, такие, чтобы проскакивали в дырочку. Концы ствола закрывают чем-нибудь. Если поставить такой ствол вертикально, то все камушки постепенно окажутся в нижней камере. Если теперь перевернуть посох, то камушки начнут постепенно пересыпаться из камеры в камеру, но не все сразу, а по очереди – ведь дырочка маленькая. И получится как бы ряд песочных часов, расположенных одни над другими. Шум падающих камушков усиливается за счет самих камер и очень напоминает шум дождя.

Какое же физическое явление использовали индейцы в этом магическом жезле-посохе? Оказывается, такое явление, как запаздывание. Это очень важное явление, которое вмешивается в работу многих приборов вокруг нас, в работу живых организмов, работу нашего зрения, слуха, – просто мы не обращаем на него достаточного внимания.

Посмотрите, что происходит внутри бамбуковой палки: мы перевернули палку, и, казалось бы, камушки должны просто упасть на дно. Но их задерживает первая перегородка. Пока они начинают просыпаться через первую маленькую дырочку, идет время. Только через какое-то время все они проскочат в следующую камеру. Правда, к этому времени первые камушки могут проскочить уже несколько камер, но все равно движение потока будет как бы замедленным, запаздывающим по сравнению с обычным потоком камней, падающим внутри длинной трубки без всяких перегородок.

Где еще мы встречаем явление запаздывания? В самых разных процессах вокруг нас. Эхо, про которое мы говорили раньше, – это запаздывание. Или, например, в гололед машины плохо поддаются управлению. Что это означает? То, что водитель уже повернул руль, а

машина все еще продолжает ехать вперед и начнет поворачивать только через какое-то время. В этом случае запаздывание может привести к катастрофе и его обязательно нужно учитывать. Еще примеры? Часто в душе начинаешь делать воду погорячее, а она не делается. Крутишь, крутишь кран – и вдруг как ошпарит! Кто с этим не сталкивался хотя бы раз в своей жизни... Здесь тоже срабатывает запаздывание.

С этим явлением надо бороться аккуратно: во-первых, уменьшить скорость любых своих действий (например, ехать в автомобиле помедленнее или крутить кран медленно), а во-вторых, не делать сразу очень больших изменений в системе, т. е. поворачивать руль автомобиля на небольшой угол и кран поворачивать небольшими порциями.

Практический совет: тише едешь – дальше будешь.

Шифры и тайнопись

Для опыта нам потребуются: блюдечко с молоком, картофелина, одна головка лука, спичка, два листа обычной писчей бумаги, зеркало.

Сделаем прыжок в наших исследованиях – внедримся в зону шпионов, тайнописи, зашифрованных посланий и невидимых надписей. Есть такие явления, которые мы можем использовать для составления шифра, буквально не выходя из собственной кухни.

Начнем с самого простого. Возьми обычное молоко, налей его в блюдечко. Это будет наша чернильница. Деревянным концом спички на листе бумаги напиши любое послание. Чтобы спичка лучше «держала» молоко, можно слегка расщепить ее конец ножиком. Мы уже знаем, что сделанная нами трещина – это большой капилляр, который «втягивает» жидкость.

Высуши этот листок. Надпись молоком не видна. Можешь даже написать сверху что-нибудь шариковой ручкой. Это будет маскировка.

Если теперь прогладить его очень горячим утюгом (гладить надо тщательно, проводя несколько раз по одному и тому же месту, чтобы листок отлично прогрелся), то ты заметишь желтоватую надпись, проступающую на листке! Это проявилась наша тайнопись.

Я пробовал то же самое с луковым соком и с соком от сырой картошки. Сок добыть легко: потри картофелину на терке и отожми сок через тонкую чистую тряпочку. Лук я продавил через давилку для чеснока (не хотелось тереть – пришлось бы плакать). Надписи получились даже еще лучше, особенно от лукового сока.

А что делать, если у тебя под рукой только чистая вода? Можно ли сделать тайнопись, зашифровать свое послание, не имея под рукой никаких составов, кроме чистой воды?

Оказывается, можно! Возьми два листа обычной писчей бумаги – сгодятся и листы из тетради. Положи на стол зеркало, на зеркало два листа бумаги один на другой. Намочи их теперь обычной водой хорошенько и оставь минут на пять, чтобы листы пропитались.

Теперь по верхнему листу, сильно нажимая, шариковой ручкой напиши

свое тайное послание. Нажимать надо сильно, чтобы текст продавился на нижнем листе бумаги.

Сухой тряпочкой промокни аккуратно воду,ними верхний лист и оставь нижний на зеркале сохнуть (чтобы он остался ровным). Лучше этот опыт делать вечером – за ночь лист высохнет совершенно и не будет мятым.

Утромними лист с зеркала. Ты не увидишь на нем никаких надписей. Это будет просто обычный лист бумаги, не вызывающий подозрений. Но если теперь его намочить водой, то ты увидишь, как проявится тайная надпись – более темными буквами, водяными знаками!

Почему так происходит? Когда ты продавливаешь в листе бумаги канавки шариковой ручкой,меняются свойства самой бумаги. Волокна, из которых делают бумагу, сжимаются, начинают по-другому впитывать воду. Эти различия и проявляются потом при повторном намачивании.

Прибор из зеркала

Для опыта нам потребуется: обычное маленькое зеркальце.

Теперь попробуем поработать с газами. Большинство веществ в природе могут находиться в нескольких состояниях: быть твердыми, жидкими или превращаться в газ. Обычная вода может быть твердой (лед), жидкой (и тогда мы ее пьем) или превращаться в пар (тогда вода живет по законам газов).

Есть очень много полезных вещей, основанных на этом простом физическом явлении. Самый простой пример – отклеивание марок от конвертов. Любители собирать марки могут легко отделить марку, подержав ее над носиком кипящего чайника. Водяной пар (газ) равномерно оседает на холодном конверте, смачивает его тонким слоем, растворяет клей – и получите готовую марку!

Мы можем проверить, правда ли, что пар – это другое состояние воды. Поднеси к носику кипящего чайника холодную столовую ложку (остудив ее заранее в холодильнике). Только бери ложку тряпкой, чтобы случайно не обжечь руку.

Ты увидишь, как на ложке мгновенно образуются капли воды – выпадает роса.

Почему пар не выпадает росой или дождем просто так, но «выпадает» на ложке? Потому что, когда пар вылетает свободно в воздух, он расширяется, разлетается по всей комнате. При этом охлаждаясь, он слишком разрежен, чтобы выпасть росой. А ложка холодная, легко отнимает тепло у пара и резко охлаждает его, когда пар еще достаточно густой. Именно поэтому после захода солнца, когда воздух резко остывает, образуется туман (водяной пар, сгущающийся из воздуха), и на холодной траве выпадает роса. Поэтому у первых летчиков при дальних перелетах обмерзали крылья самолетов. Крыло самолета, пролетая через облако, «собирало» на себя росу из облачного пара, и вода, перейдя из газообразного состояния в жидкое, затем тут же охлаждалась еще больше и затвердевала льдом.

Ученые называют это состояние «точкой росы» – когда и пар достаточно густой, и температура достаточно низкая, чтобы из газа

получилась жидкость.

Как использовать уже знакомое нам состояние «точки росы», когда газ превращается в воду, для пользы дела? Одним из наиболее известных аппаратов стал аппарат по перегонке воды, отделения воды от грязи, солей. Воду с примесями кипятят, а пар пропускают по холодной трубке. На стенках трубки пар оседает, и уже чистая вода капает из трубки. Так можно из морской воды получить пресную.

Мы же познакомимся с очень важным прибором, который может пригодиться в опасной ситуации. Если произошло несчастье, катастрофа и человек получил серьезные повреждения, то у врачей часто возникает необходимость понять – жив человек или нет. Если под рукой нет никаких приборов, а пульс не прощупывается, то может помочь обычное зеркальце.

Зеркальце подносят к губам человека, и если человек хотя бы очень слабо дышит, то на зеркальце образуется туманное пятно. Это газообразная вода, которая всегда есть в легких человека, охлаждается на зеркальце и оседает туманным пятном.

Ведь воздух в легких теплый, и, выходя наружу, он охлаждается на зеркальце точно так же, как выходящий из носика чайника пар охлаждался в нашем предыдущем опыте. Хотя человек холоднее чайника, система срабатывает точно по тем же законам. Так правильное применение знаний по физике может спасти человеку жизнь!

Кстати, вы не замечали, почему облака в жаркий летний день сверху кудрявые, а внизу – все словно ножом отрезанные на одной и той же высоте? Облака словно лежат на невидимом куполе. А ведь здесь все то же явление. Просто поднимающийся с земли водяной пар охлаждается по мере подъема. И в какой-то момент достигает такой высоты, что и его температура, и его «густота» достаточны для превращения в маленькие капельки воды. И образуется облако. Но ведь температура уменьшается с высотой примерно одинаково, поэтому облака образуются все на одной высоте. Высота облака и показывает нам «точку росы».

А вот то, что облака образуются над озерами, объясняется тем, что там испаряется больше пара и есть из чего образоваться облаку. Ведь важна не только температура, но и «густота», или, как говорят ученые, плотность пара.

Кристаллы на дому

Для опыта нам потребуются: банка, соль.

Превращения вещества из жидкого в твердое, из газа в жидкость очень часты. Мы просто не привыкли это замечать. Между тем мы можем легко наблюдать очень интересное явление – выпадение вещества из раствора, где оно пребывает в жидком состоянии, в твердое вещество.

Возьми небольшую банку, налей в нее горячей воды и раствори в ней столько соли, сколько будет размешиваться. Надо, чтобы на дне оставалось немного крупинок соли, которые уже не будут больше растворяться.

Поставь эту баночку на подоконник и наблюдай за ней несколько недель. Конечно, не все время, а так – подходи раз в день и смотри.

Уверяю тебя, изменения, происходящие в этой банке, тебя порадуют. Я вот не буду ничего дальше рассказывать, посмотри сам, что получится. Просто есть некоторые опыты, которые надо не рассказывать, а наблюдать.

А после того, как ты понаблюдаешь за опытом, ты можешь вспомнить, где еще в жизни мы встречаем это явление. Например, в банках с прошлогодним вареньем, где кристаллы сахара выпадают из раствора и образуют корки и комки внутри банки!

Подробнее о кристаллах рассказывается в опыте 57 «Как делают драгоценности».

Практический совет: не оставляй слишком долго банки с вареньем несъеденными – все равно засахарится. Кушай, пока свежее!

Эмульсии – что это такое?

Для опыта нам потребуются: миска с водой, кусок газеты, подсолнечное масло.

Мы видели, что одни вещества могут растворяться в других. Но бывает, вещества находятся в жидком состоянии, но не растворяются друг в друге. Самый простой пример – наваристый куриный бульон.

Приглядишься к поверхности обычного куриного бульона (только не из бульонных кубиков, ради бога, а из обычной курицы!). Ты увидишь, как по поверхности плавают аккуратные круглые жирные пятна. С этими пятнами можно провести много интересных наблюдений.

Чтобы опыт не зависел от кулинарии, возьмем любую миску, нальем воды и капнем несколько капель обычного подсолнечного масла. Я еще положил на дно газету и прижал ее вилкой. Чтобы было видно, увеличивается текст или нет.



Вот такая миска, и на дне газета. А сверху плавают капельки масла.



Если посмотреть на увеличенный фрагмент, то мы увидим линзу-жиринку.

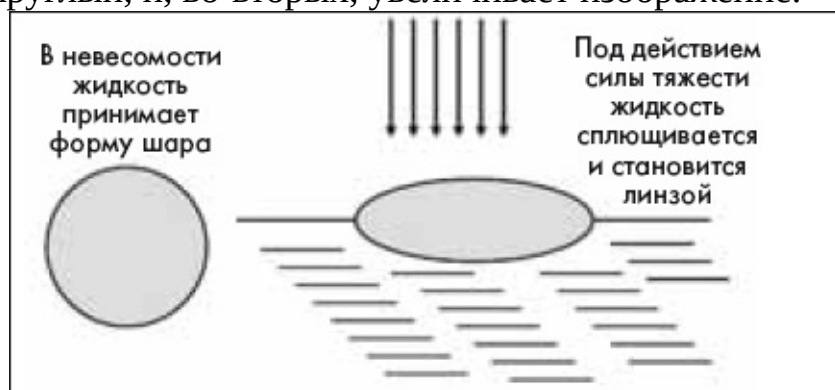


На фотографии видно, что капелька принимает абсолютно круглую форму и увеличивает изображение!

Ну, скажем, задумывался ли ты, почему они все круглые? Вот специально нарисовать ровный круг вряд ли получится без циркуля. А жир берет – и становится ровным кружком без всяких усилий!

Кстати, капля росы на бархатной поверхности листка тоже старается принять форму шарика. Круг или шарик получаются автоматически, здесь действуют те же силы, что «удерживают» муравья в капле воды или помогают жуку-плавунцу бежать по поверхности озера. Если мы посмотрим на схему, станет понятно. В невесомости жидкость принимает форму шара. Стягивающие поверхность силы натяжения стараются занять как можно меньшую поверхность. А из геометрии мы знаем, что из всех поверхностей при одной и той же площади шаровая занимает минимум места. Поэтому и жидкость становится шариком. А вот когда капля попадает под действие силы тяжести (плавая в другой жидкости), то она

сплющивается под собственным весом и из шарика становится линзой! Мы смотрим на сплюснутый шарик сверху и видим, что он, во-первых, абсолютно круглый, и, во-вторых, увеличивает изображение.



А как же ему не быть круглым, когда его «рисуют» законы физики!

Смесь жидкостей, которые не растворяются друг в друге, называется эмульсией. Например, вода и керосин или вода и бензин, куриный бульон и жир – это все эмульсии. Если взять две нерастворяющиеся друг в друге жидкости и хорошо их размешать, то жидкости превратятся в смесь мелких шариков. Из таких шариков состоит, например, молоко. Если же эмульсию оставить в покое на некоторое время, смеси опять будут разделяться. Одна жидкость, полегче (в курином бульоне это жир), будет всплывать наверх.

Мы еще поставим опыт, чтобы лучше рассмотреть это явление.

Если взять молоко прямо от коровы и поставить его в банке на ночь в прохладное место, то молоко разделится на более жирные сливки, которые всплывут вверх, и на обезжиренное (или, как говорят в деревне, снятое) молоко. Здесь действуют те же силы и законы.

Кильватерный след

Для опыта нам потребуются: банка, спичка или зубочистка, подсолнечное масло, зеленка.

Кильватерный след – это след, который оставляет за собой корабль. Если смотреть на морской залив с горы, то за каждым кораблем будет виден длинный след. Можем ли мы, используя свойство эмульсий не растворяться друг в друге, построить маленькую модель океана и кильватерного следа?

Запросто. Возьми любую банку, вымой ее тщательно и налей почти до краев обычной холодной воды.

Теперь окуни спичку или палец в подсолнечное масло и капни аккуратно с небольшой высоты маслом в банку. Капля масла (более жирного и легкого, чем вода) не растворится в воде, а растечется кружком. Поставь банку перед окном или лампой, чтобы видеть отражение лампы или окна в поверхности, – так лучше наблюдать за каплей.

Возьми острую палочку (зубочистку, заостренную спичку) и аккуратно потыкай в масляную каплю. Ты увидишь, что на ней образуются маленькие круглые дырочки. Еще дырочки возникают сами собой от пузырьков, поднимающихся из глубины банки.

Если теперь провести вдоль капли кончиком спички или палочки (будто корабль прошел по морю), то ты увидишь, что за спичкой остается след с завихрениями. Этот след очень точно похож на след от настоящего океанского корабля. Проведи так много раз – каждый раз будешь видеть след за «кораблем».

Теперь можно попробовать увидеть следы не только на поверхности, но и в глубине. Возьми обыкновенную зеленку и капни сверху в банку, прямо в масляную каплю. Во-первых, ты увидишь, как зеленка сразу «вскипит». Это спирт из зеленки растворяется в воде – и довольно красиво. Зеленка «повиснет» у поверхности банки, а мы точно так же проведем спичкой вдоль поверхности, глядя на нее сверху. Ты заметишь, что в глубине за спичкой тоже бегут вихри, маленькие зеленые смерчи.

Оказывается, во всех жидкостях и газах, в воздухе и воде, за быстро летящими или плывущими предметами (самолетами, лодками) образуются такие вихри.

Понаблюдай за машиной, проезжающей по пыльной дороге, – ты увидишь, что наш опыт довольно точно создает такие же вихри.

Только одна просьба – подкрашенную зеленкой воду выливай аккуратно, потому что зеленка может закрасить тебе всю раковину!

Хрупкость и ковкость

Для опыта нам потребуются: кусочек медной проволоки, обычный гвоздь, кусочек стальной проволоки или толстая иглолка, кусочек алюминиевой проволоки, молоток.

Перейдем к металлам. Металлы окружают нас сегодня со всех сторон. Алюминий, железо, олово, свинец, серебро, золото, чугун... Знакомые названия. А вот еще несколько веков назад металлы были очень редки, и даже обычное железо было очень дорогим. Профессия же кузнеца казалась чуть ли не колдовством.

Мы заинтересуемся одним общим свойством металлов: ковкостью. Оказывается, металл от металла отличается по тому, насколько легко его ковать, изменять его форму ударами молотка или специального пресса.

Для этого опыта будут нужны кусочки металлов или проволока. Попроси у папы кусочки медной, стальной, алюминиевой проволоки. Железную проволоку нам может заменить обычный гвоздь – гвозди делаются из мягкого железа. Стальную проволоку (если не найдешь) заменит толстая иглолка. Ну уж медную-то проволоку всегда можно вытащить из обрезка провода. Только запомни раз и навсегда: никогда не бери в руки провода на улице – неважно, торчат они из земли или просто валяются. Другой конец провода может быть присоединен к электричеству, и ты можешь серьезно пострадать от удара током!

Возьми молоток, положи куски проволоки на толстый кусок металла (можно найти при желании) и бей примерно с одинаковой силой по ним по очереди. Ты заметишь, что медная проволока расплющивается легче всего, гвоздь тоже довольно легко теряет форму. А вот иглолку расплющить не так-то просто.

Значит, металлы отличаются друг от друга. И для человека это различие важно. Потому что мягкие металлы (золото, серебро, медь, свинец) легко обрабатывать. Зато твердые металлы (сталь, вольфрам, молибден) дольше служат.

Измеритель твердости на пальце

Для опыта нам потребуются: кусочек обычного бутылочного стекла, алюминиевая вилка, стальная вилка, зеркальце, шило или толстая иголка.

Мы уже познакомились с твердостью металлов. Все материалы на свете обладают той или иной твердостью. Но, например, у нас есть предмет из незнакомого материала. Как определить его твердость? Если по всем предметам колотить молотком, то, пожалуй, немного у нас этих предметов останется!

Мы попробуем другой опыт, который поможет нам сравнивать твердость материалов без всяких лабораторных приборов.

Найди на улице кусочек обычного бутылочного стекла. Аккуратно, чтобы не порезаться, заверни его в листок бумаги и принеси домой. Возьми старую алюминиевую вилку и шило или железную иголку, небольшое старое зеркальце, стальную вилку.

Теперь давай ставить опыт. Возьми кусочек стекла и попробуй провести небольшую царапину на алюминиевой вилке, на ногте своего большого пальца руки, на зеркальце. Попробуй теперь алюминиевой вилкой поцарапать на куске бутылочного стекла, зеркальце, ногте. Теперь шилом – то же самое.

Ты заметишь, что некоторые материалы оставляют царапины на других, а некоторые нет, зато сами царапаются. Мягче всего, конечно, ноготь. А тверже всего – шило. Стекло царапает на ногте, но не может процарапать металл стальной вилки. Стальная вилка явно тверже алюминиевой, потому что шило оставляет в алюминии достаточно глубокую царапину, а по стальной вилке только скользит.

Настоящие ученые именно так и определяют твердость материала в своих лабораториях. Они или вдавливают в поверхность материала специальный шарик и измеряют глубину ямки от шарика, или царапают поверхность.

Теперь ты можешь отличить поддельный драгоценный камень от настоящего. Если настоящим камнем (алмазом, например) провести по стеклу, то он оставит царапину. А вот поддельная стекляшка, конечно же,

как она ни сверкай, царапины не оставит.

Так можно использовать знания физики, чтобы тебя не обманули!

31

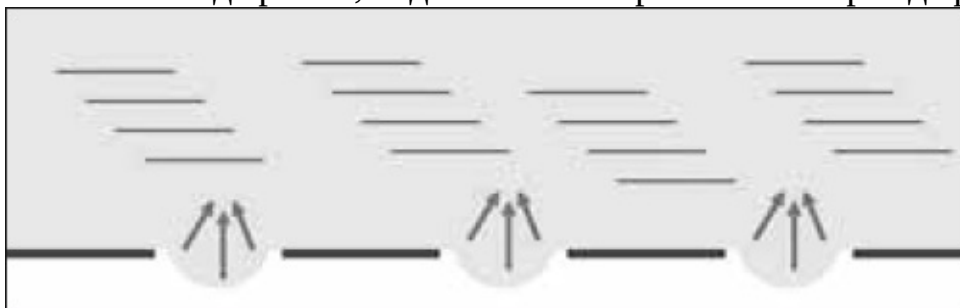
Еще о силах поверхностного натяжения, или Как носить воду в решете

Для опыта нам потребуются:

чайное ситечко, подсолнечное масло.

Помните, я рассказывал, как муравей не может преодолеть силы натяжения жидкости и «вязнет» в обычной капле. А насколько велики эти силы на самом деле? Давайте сделаем следующий опыт. Нам понадобится подсолнечное масло и ситечко для процеживания чая. Оно обычно сделано в форме полукруглой сеточки с частыми ячейками. Через эти ячейки вода протекает свободно, а чайинки застревают и их можно выбросить.

Сухое ситечко надо густо намазать подсолнечным маслом. Потом взять чайную ложечку и аккуратно, не касаясь пальцами сеточки, начать подливать воду в ситечко. Вы увидите, что вода не вытекает! Несмотря на то что в ситечке есть дырочки, вода не может проскочить через дырочки.



Силы поверхностного натяжения держат воду в виде капелек между жирными металлическими проволочками

Для опыта нам потребуется: зонтик.

Для этого опыта нам понадобится зонтик и несколько капель воды. А также несколько минут, чтобы разобраться с одной очень интересной теорией. В России почти два столетия назад жил человек по фамилии Кропоткин. Он получил очень хорошее техническое и военное образование и остался в истории как человек, разработавший идеи анархизма.

Но П.А. Кропоткин был еще и серьезным ученым. Он пытался ответить на довольно сложные вопросы строения и происхождения нашей Земли, как образуются горы и возникают моря... Одним из очень важных вопросов был вопрос о происхождении так называемых моренных гряд. Что это такое?

На необъятных просторах нашей Родины в полях можно обнаружить огромные камни, валуны, которые лежат как бы грядами. Словно какой-то гигант сложил ряды из этих многотонных валунов. Происхождение таких гряд на плоской равнинной территории представляло загадку для ученых. Что это? Остатки гор или холмов? Нет, ведь вокруг – твердое плато, огромная «каменная спина», и гор на ней быть не могло.

Кропоткин предложил довольно интересную теорию. На Крайнем Севере существует толстая шапка льда, намерзшей воды, – ледники. Эти ледники не стоят на месте, они ползут. Правда, очень медленно, по несколько сантиметров в сутки, но за сотни тысяч лет могут покрыть большие расстояния, в тысячи километров. Если ледник в сутки проползает десять сантиметров, то за десять тысяч лет он проползет уже около сорока тысяч километров, то есть обернется вокруг Земли! На самом деле лед, конечно, тает по дороге, но все-таки может покрывать расстояния в тысячи километров за достаточно длительное время.

Вот при своем движении лед «сгребал» камни по пути, а в тех местах, где края ледника остановились и потом растаяли, камни легли грядами, как водоросли и мусор ложатся в линию после того, как схлынет принесшая их волна. Но что же приводит лед в движение? Почему он двигается? Тут действуют две силы. На полярную шапку все время «намерзает» новый лед, который давит вниз и во все стороны и выдавливает края ледника, толкает

их вниз, к экватору. С другой стороны, давайте не забывать, что Земля вертится. И это означает, что на все предметы действует так называемая центробежная сила.

Теперь – опыт. Давайте представим, что обычный зонтик – это северная часть Земли, Северное полушарие. Раскроем зонтик и поставим вертикально. Теперь пусть кто-нибудь капнет каплю воды недалеко от вершины зонтика. Капля будет «стоять» на месте: на самой вершине зонтик почти плоский, капля не скатывается вниз. Но стоит нам раскрутить зонтик – как капля поползет к краю!

В старой книге Перельмана этот опыт тоже дается – для изучения центробежной силы. Только там в перевернутый зонтик кидается мячик. Если зонтик закрутить, то мячик выскакивает. Тоже интересно!

Более того, мы увидим, что след от капли дает нам кривую линию, то есть капля ползет «вниз и вбок». Это действует еще одна сила, сила Кориолиса. Был такой ученый, который обнаружил действие этой силы, – поэтому ей дали его имя.

То есть на ледяные горы действует сила, которая сдвигает их к экватору, в более теплые места. Так что, может быть, Кропоткин был и прав со своей теорией ледника!

Правда, есть еще одна теория, не менее изящная. Согласно этой теории на месте нашей страны до Уральских гор простиралось холодное море. Ледяные глыбы откалывались от полярной шапки, падали в это море и плыли до другого берега – как раз где-то у Самары... И несли с собой скальные куски с севера, которые набирали еще в самом начале. Достигнув берега, они таяли и оставляли камни грядами. Правда красивая теория? Ученые не могут до сих пор выбрать, какая из теорий «правильная», но это и не так важно. Зато мы познакомились с силами, действующими на каждого из нас, – хоть мы их и не замечаем.

Есть еще одно интересное наблюдение, связанное с этими силами, в первую очередь с силой Кориолиса. На нашей территории практически все реки текут с севера на юг, и, кроме того, западные берега, как правило, круче, чем восточные. Это потому, что под действием силы Кориолиса реки отклоняются на запад и подмывают западные берега. Таким образом, находясь у реки, вы чаще всего можете воспользоваться ей как компасом – указателем. Если высокий берег от вас справа, значит, вы стоите лицом на юг! Понятно, что реки петляют, поэтому лучше выбрать относительно прямой участок реки. Но зато теперь знание физических сил поможет вам ориентироваться в походах.

Очки без стекол, или Прицел из руки

Для опыта нам потребуется: кусочек фольги с проколотой дырочкой.

Вообще, знание законов физики иногда помогает создать прибор не просто голыми руками, а буквально из голых рук. Не верите? Хм, давайте попробуем. Помой чисто руки. Вытри их насухо. Для опыта это не нужно, но лучше всегда начинать думать с чистыми руками. Помогает, честное слово.

Знаешь, как американцы показывают знак «ОК», то есть «все в порядке»? Они делают колечко из большого и указательного пальцев. А если сложить указательный и большой пальцы в кольцо так, чтобы осталась очень маленькая, просто малюсенькая дырочка – с булавочную головку, то получится оптический прибор.

Поверишь ли, если смотреть через эту дырочку на ярко освещенный предмет, то человек с плохим зрением видит предмет более резко.

Вот вам и прибор из голых рук. Прибор называется диоптрическим прицелом. На некоторых винтовках вместо прицела ставят металлическую пластинку, в которой проделана очень маленькая дырочка. Эта дырочка позволяет резко видеть и мушку винтовки, и цель.

Поскольку дырочка пропускает очень мало света, надо, чтобы освещение во время опыта было достаточно ярким. Можно взять кусочек обычной фольги, в которую заворачивают продукты, проколоть в ней иголкой дырочку и рассматривать предметы через эту дырочку. Действительно, предметы становятся резкими и вблизи и далеко – одновременно! Так происходит из-за оптического явления, называемого дифракцией. Обычная дырочка работает как линза. Световые волны, проходящие через нее, изменяют свой путь и фокусируются. На заре фотографии этим пользовались, первые фотографические камеры представляли собой обычные ящики. В этом ящике в одной из стенок была проделана маленькая дырочка, а стеклянная пластинка с реагирующей на свет эмульсией ставилась у стенки напротив. Из-за того что дырочка пропускала мало света, приходилось долго ждать, пока свет подействует на пластинку, – иногда по полчаса. Но это было уже почти сто пятьдесят лет

назад.

Вот такие очки без стекол.

Телевизор через дырочку (продолжение)

Если взять наш кусочек фольги с проколотой дырочкой, то можно проделать еще один опыт. Если мы попробуем поднести страницу книги прямо к глазу, то ничего прочитать не сможем. Все будет расплываться. Удобное расстояние для чтения при нормальном зрении – около 25 – 30 сантиметров.

Возьмем наш кусочек фольги и попробуем через дырочку прочитать текст, который мы поднесем очень близко, на пару сантиметров к глазам. Напоминаю, освещение должно быть достаточно ярким.

Мы заметим, что дырочка позволяет нам читать текст, буквы не расплываются! Мало того, буквы кажутся увеличенными, словно мы смотрим на них через увеличительное стекло.

Так работают наши забавные очки. Они помогут нам по-другому взглянуть на некоторые окружающие нас предметы. Подойдем к телевизору вплотную и посмотрим через дырочку на экран телевизора с расстояния один-два сантиметра. Что мы видим?

Экран телевизора, оказывается, состоит из целого ряда отдельных прямоугольничков, каждый из которых меняет свой цвет. Держа фольгу с дырочкой на расстоянии одного-двух сантиметров от экрана, начнем отодвигать глаз от фольги. Мы увидим, что прямоугольнички увеличиваются, наша дырочка работает как самая настоящая линза. Можно разглядеть, как изменяют цвета отдельные ячейки телевизора!

Конечно, когда мы смотрим с большого расстояния, все эти отдельные прямоугольнички сливаются, и мы видим только одно общее изображение. А вот с линзой из фольги мы сумели рассмотреть отдельные элементы экрана.

Свет гнет предметы?

Для опыта нам потребуется: обычная длинная линейка.

Кстати, о телевизоре. Мы можем наблюдать перед телевизором интересный обман зрения. Возьми длинный предмет – например, обычную линейку. Выключи в комнате свет и перед экраном включенного телевизора помаши быстро туда-сюда. Лучше всего махать по диагонали, «наискосок». Ты обязательно увидишь, что линейка словно ломается, изгибается!

На самом деле это не линейка ломается и гнется, а наш глаз обманывается. Дело в том, что телевизор строит изображение не сразу, а из небольших кусочков, по точкам. Световой луч бежит по строке экрана, потом перепрыгивает вниз на следующую строчку, и так далее, пока не построит целый кадр. Затем все начинается сначала. Мы этого не замечаем, потому что все происходит очень и очень быстро.

Но когда линейка или указка быстро передвигается перед экраном, она освещается сзади лучом неравномерно. И глаз видит не прямую линейку, а линейку, как бы составленную из кусочков – каждый кусочек виден от линейки в разном положении.

Неважно, машем мы линейкой вправо-влево перед цветным или черно-белым телевизором. Ведь главную роль тут играет «развертка» по кадрам. Электронный луч в кинескопе, то есть в телевизионной трубке, бежит слева-направо и сверху-вниз, освещая с огромной скоростью по очереди разные участки экрана. Поэтому, пока линейка перемещается вдоль экрана, она освещается на разных участках лучом и для глаза оказывается как бы изогнутой.

На дискотеках такое явление применяют для развлечения. В темноте быстро вспыхивает яркая лампа, и люди кажутся «дергающимися», словно все движения распадаются на отдельные части. Просто лампа выхватывает лишь отдельные моменты из слитного, непрерывного движения – и глаз обманывается.

Ловим лучи в мутной воде

Для опыта нам потребуются: увеличительное стекло (возможно, подойдут дедушкины или бабушкины очки), трехлитровая банка, свечка, пол чайной ложки муки.

Возьми совсем немного обычной муки, пол чайной ложки. Разведи в воде, чтобы она была замутненной, – лучше взять трехлитровую банку.

Если нет под рукой увеличительного стекла, сойдут дедушкины очки – они наверняка для дальнорзорких, а в очках для дальнорзорких стекла всегда увеличительные. Только не надо брать их без спроса – попроси вежливо для опыта, дедушка или бабушка обязательно дадут попользоваться на время.

Выключите в комнате свет, зажгите только одну свечку, поставьте перед ней увеличительное стекло, а дальше – банку с водой.

Вы увидите, как за стеклом лучи сходятся в банке, – мутная вода позволит увидеть вам сами лучи, как они сходятся в одну точку и потом снова расходятся! Должен сказать, что придется немного подвигать свечку, увеличительное стекло и подобрать воду нужной «мутности», чтобы увидеть лучи. Но результат заслуживает этой работы: ученые вычисляют ход лучей по формулам, а мы видим их собственными глазами!

Можно сделать и по-другому. Если на даче или в деревне будут ставить самовар или разжигать костер, то вместо мутной воды можно наловить дыму. Делается это так: берется банка с плотно закрывающейся крышкой, подносится к дыму вверх ногами – и крышка быстро закрывается, когда банка наполнится дымом. Теперь быстренько неси ее в комнату, где приготовлены свечка и увеличительное стекло, – и проводи этот опыт.

Как мы видим цвета

Для опыта нам потребуются: осколки цветных стеклышек от бутылок (можно нарисовать на прозрачной пластмассовой линейке фломастером цветные квадратики), чистый белый лист бумаги, цветные фломастеры, цветная лампочка или обычная настольная лампа.

Оптика, или наука о световых лучах, очень интересна. Ведь человек получает почти все сведения об окружающем мире через глаза. И наши глаза устроены очень сложно и забавно. Мы можем легко в этом убедиться.

Набери цветных стеклышек – красных, синих, зеленых. Подойдут осколки от бутылок или цветные пленки. Можно, если совсем неоткуда взять стеклышки, нарисовать на пластмассовой прозрачной линейке фломастером цветные квадратики (хотя это, конечно, похуже).

Теперь посмотри на мир вокруг себя через цветное стеклышко. Ты увидишь, что все цвета изменяются! Через зеленое стекло, например, красный цветок кажется черным.

Можно провести этот опыт по-другому. На чистом белом листе бумаге нарисуй широкие полосы разных цветов – зеленую, красную, синюю, желтую и другие. Подпиши под каждой ее цвет.

Возьми теперь цветную лампочку – в магазине можно купить синюю или красную. Если же нет такой возможности, будем пользоваться обычной настольной лампой, но поднесем к ней цветное стекло, чтобы наш белый лист с рисунком освещался одним цветом.

Посмотри, как изменяются цвета, если их освещать одним цветом. Ты с трудом поверишь своим глазам – все полосы поменяют цвет, и твои надписи окажутся все неправильными!

Почему так происходит, объяснить очень сложно. Ученые сами до конца в этом не разобрались, здесь есть еще много неизученного и непонятного. Мы же можем сделать полезный вывод из нашего опыта: выбирая себе лампу, абжур, надо учитывать, как освещение будет изменять вид нашего жилища. Оказывается, не все равно, чем освещать предметы!

Между тем смешение цветов и их взаимодействие подчиняется

довольно строгим законам. Художники их знают хорошо, потому что им приходится каждый день иметь дело со смешиванием красок. Кстати, смешивание красок и смешивание цветов (световых волн) – это не одно и то же. Ведь в одном случае, со светом, у нас участвуют «чистые» цвета. А краски делаются из веществ, химических или природных материалов, которые при взаимодействии с другими веществами могут повести себя неожиданно. Поэтому мы будем говорить о смешивании «чистых» цветов, как цвета радуги.

Цвета радуги запомнить легко. Красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый. По первым буквам этих цветов составлена присказка «Каждый Охотник Желает Знать, Где Сидит Фазан». Каждый – красный, начинается с буквы «к». Охотник – оранжевый, начинается с буквы «о». И так далее. Есть еще одна присказка: «Как Однажды Жадный Звонарь Головой Сломал Фонарь».

Как ни странно, физики любят шутить и у них много подобных забавных расшифровок. Например, кажется почти невозможно запомнить последовательность типов звезд «О, Б, А, Ф, Ж, К, М». Иногда в конце добавляют «Р, Н». Или в английском варианте – «О, В, А, F, G, К, М, R, N».

Но фразу «Один Бритый Англичанин Физика Жует Как Морковь» вы запомните легко, а вместе с ней и звездную классификацию. А в английском фраза звучит как «O, Be A Fine Girl, Kiss Me Right Now» («О, будь милой девушкой, поцелуй меня прямо сейчас»). Как же такую фразу не выучить! Теперь нарисуй цвета радуги по кругу. Сначала нарисуй круг, затем раздели его на шесть частей, как режут пирог. Покрась каждый кусок «пирога» в свой цвет радуги. Только вместо синего и голубого оставь один лишь синий. (Потому что голубой – это синий, только светлый, и для наших целей он пока не нужен.)

Ты увидишь, что красный цвет окажется напротив зеленого, желтый напротив фиолетового, а оранжевый напротив синего.

Оказывается, цвета, стоящие в нашем кругу друг против друга, называются дополнительными. Если через стекло одного цвета смотреть на дополнительный цвет, то получается черный цвет! Так, если смотреть через красное стеклышко на зеленую траву, трава кажется черной.

Художники используют дополнительные цвета, чтобы сделать картину более насыщенной, более живой. Например, если ты рисуешь красное круглое яблоко, то в тень от яблока надо добавить зеленой краски.

А вот еще одно интересное правило. Цвета можно получить из смешивания двух соседних цветов. Например, какие соседи у зеленого цвета? Синий и желтый. Смешайте синюю и желтую краску – и вы

получите зеленый цвет! Понятно, что фиолетовый получается из синего и красного, оранжевый – из желтого и красного, и так далее. Очень полезная диаграмма, не правда ли? Но что же все-таки с радугой на дому? Есть такая возможность. Для этого сгодится опять-таки старый CD-ROM диск, который не жалко.

Возьмите диск, выключите верхний свет в комнате и включите одну лампочку (настенную), причем отойдите от нее метра на три-четыре. Посмотрите в диск, повертите его в руках под разными углами. Вы увидите красивейшие радужные переливы.

Фонарики из зеленки

Для опыта нам потребуются: свечка, гвоздики, баночки с водой, зеленка, марганцовка, акварельные краски.

Отдохнем немного от размышлений и вспомним старую забаву: украшения из подкрашенной воды. Хочешь на Новый год или другой праздник украсить квартиру? Тогда давай сделаем следующее: возьми кусок свечки, не очень длинный. Можно разрезать длинную свечку на несколько частей, чтобы получилось несколько фонариков.

Если свечку бросить в банку с водой, она будет плавать. Стеарин легче воды. Но нам надо, чтобы она еще и горела. Возьми гвозди и воткни один или несколько внизу свечки так, чтобы свечка не утонула, а плавала вертикально. Немного помучившись, ты сможешь это сделать.

Теперь зажги свечку – она будет плавать в воде и гореть! Вот и безопасный фонарик. А как его сделать цветным? Очень просто. В одну банку накапай зеленки, в другую – кинь немного марганцовки, в третью можно добавить любой акварельной краски. Расставь фонарики по комнате и выключи свет.



Красиво? Надеюсь, эта старинная забава доставит тебе удовольствие.

Прыгающий палец

Для опыта нам потребуется: пустая бутылка с пробкой.

Да, мы совсем забыли! Мы смотрим на мир не одним, а двумя глазами. Зачем это нужно?

Проведем простой эксперимент. Поставь перед лицом указательный палец на расстоянии сантиметров 15 – 20. Теперь быстро зажмуривай то один, то другой глаз. Ты заметишь, что палец «прыгает» из стороны в сторону как живой.

Почему так происходит? Оказывается, каждый глаз посылает в мозг свою собственную картинку, которая отличается от картинки, видимой другим глазом. Мозг складывает эти картинки, и получается объемный мир.

Чтобы убедиться, что природа не зря добавила нам еще один глаз, проведи следующий опыт.

Поставь пустую бутылку на стол, на ее горлышко поставь пробку.

Теперь зажмурь один глаз, отойди на два шага, снова подойди и быстрым движением попробуй сбить щелчком пробку с бутылки. Почти наверняка, если ты не будешь подсматривать вторым глазом, промахнешься.

Мозгу очень нужна информация от двух глаз сразу, по ней он измеряет расстояние до предмета.

Поговорить с самим собой?

Для опыта нам потребуется: шланг или пластиковая трубка.

Ну, может быть, вспомним о свойствах звука? Проведем смешной эксперимент – поговорим сами с собой.

Мы помним, что такое звуковая волна. Мы видели, как световая волна бежит внутри стекла. Оказывается, для звука тоже есть похожее явление. Им мы можем воспользоваться для того, чтобы устроить телефон на даче или в деревне.

Дело в том, что внутри обычной трубы звук распространяется на очень большое расстояние, почти не затухая.

Если ты найдешь в сарае или чулане длинный шланг (сойдет шланг для поливки огорода), то попроси товарища встать с одного конца шланга, а сам встань с другого конца. Теперь если говорить в шланг как в телефон, то ты услышишь очень хорошо своего друга, даже если расстояние между вами будет большим, а говорить ты будешь тихо!

Звуковая волна бежит внутри шланга как по специальному каналу, повторяя все его изгибы, и затухает гораздо слабее, чем на открытом воздухе! В английском городе Манчестере в музее технического творчества для детей есть интересный аппарат. Обычная пластиковая трубка в несколько сотен метров свернута кольцами, а оба ее конца подходят к одному и тому же месту. Сказав что-нибудь в одно отверстие трубы, ты через несколько секунд (ведь волне нужно время, чтобы пробежать это расстояние) слышишь собственный голос из другого отверстия. Можно поговорить с самим собой!

Поющий бокал

Для опыта нам потребуется: высокий бокал из тонкого стекла на длинной ножке.

Есть еще один способ поймать волну в ловушку. Этот старинный опыт я всегда показываю на Новый год, когда на столе появляются красивые тонкие бокалы на ножках и в них наливают шампанское.

Мы обойдемся простой водой. Но высокий бокал из тонкого стекла на длинной ножке нужен обязательно.

Поставь бокал на стол, наполни его до половины водой. Теперь одной рукой возьми его крепко за ножку и прижми к столу, чтобы бокал не ерзал. Указательный палец другой руки обмакни в воду и начни сверху водить пальцем по краю бокала, несильно нажимая на него. Скорость должна быть примерно один оборот за секунду. Водить надо равномерно, как крутят ручку у кофемолки. Изменяя скорость и нажим, ты обязательно поймаешь такой момент, когда бокал «запоет» – станет издавать красивый и громкий чистый звук. (Только бокал, повторяю, должен быть из тонкого стекла.) Почему так происходит? Палец, когда трется по стеклу, заставляет его вибрировать. Эта вибрация передается по стеклу внутри, и возникают волны, бегущие внутри стекла. Волнам некуда деться, они складываются и усиливаются (как в нашем опыте с цунами в кастрюле). Стекло начинает вибрировать все сильнее и, наконец, передает вибрацию воздуху. А воздушная волна уже слышна как красивый ровный звук.

Рисование на копоти

Для опыта нам потребуются: кафельная плитка (можно кусок стекла), иголка, свечка, чистый лист бумаги.

Это старинная забава, придуманная до меня еще лет за сто, когда не было ни телевизоров, ни компьютеров. В детстве я часто развлекался, создавая рисунки на стекле и получая отпечатки на бумаге...

Что нужно сделать? Возьми обычную свечку, кусок кафельной плитки (сойдет и кусок стекла – но стеклом можно порезаться) и иголку. Закопти гладкую поверхность плитки на свечке. Не держи долго плитку одним местом над свечкой, води ей над пламенем туда-сюда, чтобы она не успела нагреться и не лопнула. Когда плитка закоптится, клади ее на газету (чтобы не испачкать стол) и процарапай иголкой рисунок. Для начала можешь нарисовать цветочек, домик – что-нибудь простое, чтобы попробовать.

Теперь возьми чистый лист бумаги, смочи его водой и подсуши, чтобы он был влажным, но не мокрым. Проще всего это сделать так: положи лист на гладкую поверхность, намочи чистую тряпочку и аккуратно проведи по листу несколько раз, чтобы не осталось капель.

Теперь бери лист, накладывая сверху на процарапанный в копоти рисунок и аккуратно, чтобы он не сдвинулся, прогладь сверху пальцем всю поверхность, сильно прижимая к плитке.

Если ты теперь так же аккуратно снимешь лист бумаги, то увидишь, что рисунок перешел на бумагу. Конечно, он будет зеркальным. Просуши листок, и получится забавная картинка.

Если ты хочешь, чтобы картинка не стиралась, налей в пульверизатор (это разбрызгиватель, из них опрыскивают цветы) раствора сахара в воде. Несколько кусков сахара надо растворить в чашке воды, налить в разбрызгиватель и побрызгать на рисунок. Когда сахарный раствор высохнет, рисунок зафиксируется и не будет осыпаться.

Откуда берется копоть? Свечка дает пламя, потому что стеарин, из которого она изготовлена, расплавляется под воздействием температуры и горит. В состав стеарина входит углерод, из которого состоит обычная сажа. Углерод, или микроскопические частицы сажи, соприкасаясь с холодным стеклом, остывают и не успевают сгорать. Вот стекло и чернеет.

Угловой отражатель, или Как наводят самолеты

Для опыта нам потребуются: три маленьких прямоугольных зеркала.

Обычное зеркало поможет нам разобраться с тем, каким законам подчиняются лучи света. Вообще самый простой закон – лучи всегда идут по прямой и ищут самый короткий путь между точками начала путешествия и конца. Только очень сильные гравитационные поля могут отклонять луч света и заставлять его двигаться по искривленному пути. Например, когда луч света от звезды проходит мимо очень большой другой звезды, он движется по кривой. Но в обычной жизни лучи двигаются прямо. Второй закон тоже простой: под каким углом луч падает на поверхность, под таким и отражается.

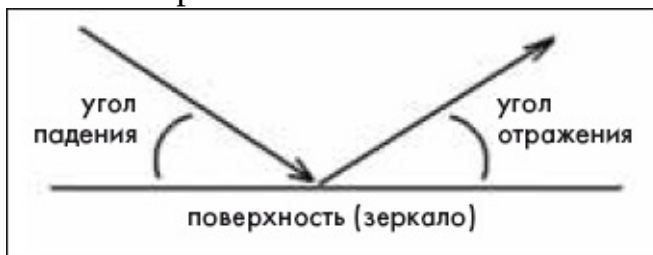


Рис. 1

На рисунке 1 видно, что под каким углом (угол падения) свет падает на поверхность, под таким же (угол отражения) и отражается.

На этом законе основан интересный прибор, называемый трехугольным отражателем. Чтобы сделать такой приборчик, надо купить три маленьких прямоугольных зеркала. И склеить их под прямым углом друг к другу, как на рисунке 2, чтобы получился как бы угол комнаты с двумя «стенками» и «полом».

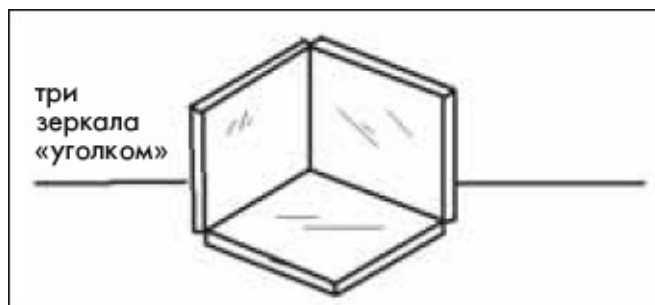


Рис. 2

Если теперь посветить с любой стороны в этот «зеркальный уголок», то луч отразится три раза и вернется точно в ту же точку, откуда он пришел! С какой бы стороны мы ни светили, луч будет возвращаться обратно. Особенно хорошо видно, как движется луч в темноте. Можно посветить, например, лазерным указателем (такие иногда продают как брелки или игрушки). Свет лазера в темноте хорошо видно. Но можно обойтись и маленьким фонариком.

Мало того, посмотрите в этот уголок – и вы увидите свой глаз, откуда бы вы ни смотрели. Дело в том, что отражают свет не только зеркала, но и любые предметы. Световой поток от глаза идет к «уголку», или, как его называют в технике, уголкового отражателя, – и возвращается точно в глаз!

Как используют этот прибор инженеры? Для них это очень полезный прибор. Например, первый луноход, посетивший Луну, был оснащен несколькими такими уголковыми отражателями. Ученые посылали сигнал с Земли, луч долетал до лунохода и отражался точно в то же место, откуда был послан. Это позволило пользоваться достаточно слабым сигналом по сравнению с тем, какой был бы нужен без отражателя.

Такой отражатель, сделанный из металла (металл отражает радиоволны), может служить отличным указателем цели для самолета. Радиоволны подчиняются тем же законам, что и световые волны. Самолет, летящий в густом тумане, может сам посылать радиоволны, которые, отражаясь от уголковых металлических отражателей на земле, будут «высвечивать» на экране радара светлыми пятнами нужные точки. Так можно найти аэродром или затерявшуюся экспедицию... если у ее участников сломался радиопередатчик.

Между прочим, мой читатель, ты уже видел наверняка этот прибор в действии. Все задние отражатели машин и велосипедов сделаны следующим образом: из пластмассы, отражающей свет, делают много-много маленьких уголковых отражателей и помещают в одну «пачку». Свет

от другой машины, попадая на такой отражатель, возвращается назад и водитель может избежать столкновения, увидев вспыхнувший в темноте отраженный сигнал. Если бы не было такого полезного прибора, ездить в темноте было бы гораздо сложнее!

Практический совет: если тебе приходится одному идти в школу или поход, передвигаться ночью по дороге, приобрети верхнюю одежду со специально вшитыми полосами, которые действуют по принципу углового отражателя и вспыхивают в темноте. Так ты сделаешь свой путь гораздо безопаснее. А можно на сумку или портфель пришить или приклеить обычный отражатель от велосипеда, они бывают красные и желтые. И стильно, и повышает безопасность!

Для опыта нам потребуется: несколько пробок от бутылок.

Законы физики и интересные явления можно изучать, даже купаясь в ванне. Обращал ли ты внимание, как вокруг сливного отверстия вода, вытекая из ванны, образует воронку?

Образование воронок, смерчей – сложное явление. Смерчи, например, часто образуются на границе суши и воды. Вода прохладнее нагретой на солнце суши, теплый воздух поднимается вверх, образуются мощные потоки – и в результате часто возникают смерчи.

Мы проведем очень простой опыт. Нальем полную ванну воды и откроем пробку, чтобы вода вытекала. Возьмем несколько пробок от бутылок и бросим на поверхность воды над отверстием. Понаблюдаем за их поведением. Сначала пробки будут просто опускаться вниз вместе с уходящей водой, постепенно приближаясь к сливному отверстию. Но потом, когда образуется воронка, их начнет притягивать к водному смерчу все быстрее и быстрее, пробки начнут описывать круги, и в конце концов они соберутся и будут вращаться точно над отверстием. При этом чем дальше от отверстия находится пробка, тем медленнее она вращается. Ведь пробке, которая находится дальше, приходится описывать гораздо более широкий круг. Поэтому она «отстает» во вращении.

Видно также, что от центра воронки вниз тянется воздушная «ниточка». Это пузырьки воздуха затягивает внутрь воронки.

Наш маленький смерч в ванне не опасен. Но в океане иногда возникают такие сильные воронки, что утягивают на дно лодки и даже корабли! Мы знаем теперь, после нашего опыта, что надо стараться находиться как можно дальше от центра воронки, потому что чем ближе к центру, тем сильнее втягивающая сила, быстрее вращение и меньше шансов спастись...

Практический совет: что надо делать, если, не дай бог, попадаешь в воронку, скажем, в реке и не успеваешь выбраться? Успокойся, набери воздуха побольше и ныряй прямо в центре как можно глубже. Нырнув поглубже, резко поворачивай в сторону и

плыви как можно дальше, чтобы вынырнуть уже далеко от воронки. В нижней части воронки почти нет «утягивающих» сил, и ты сможешь таким образом вырваться из ее плена.

Вода из огня, или Почему дрова трещат в костре

Для опыта нам потребуются: обычные спички.

Зажигал ли ты когда-нибудь обычную спичку? Наверняка не раз. А если я спрошу, можно ли получить воду, зажигая спичку, ты задумаешься.

Этот опыт надо делать только вместе со взрослыми, чтобы не устроить пожар. Кстати, уверен, что взрослые тоже не обращали внимания на это интересное явление: появление воды «из огня».

Если зажечь спичку и внимательно смотреть на нее в том месте, где по ней бежит огонь, то будет заметно, что прямо перед пламенем «бежит» капелька воды.

Почему так происходит?

Любое дерево содержит влагу. От пламени вода выпаривается из древесины и выходит на поверхность. Именно поэтому и трещат сырые дрова в костре. Огонь заставляет воду, которая содержится в древесине, вскипать и обращаться в пар. Пар занимает гораздо больше места, чем вода, из которой он получается. Расширяясь, пар «взрывает» полено изнутри, издавая характерный треск. Сила этого микровзрыва бывает так велика, что из костра вылетает кусочек угля!

Этот простой опыт доказывает, что даже в самых «сухих» спичках, в самой сухой древесине есть немного влаги.

Практический совет: находясь у костра, береги глаза, не приближай их к огню. Иначе вода, вскипев не вовремя в сыром полене, может выбросить уголек и причинить тебе вред.

Как остановить мгновение

Для опыта нам потребуются: два листочка плотной бумаги, пружинка.

Великий немецкий писатель Гете написал в свое время историю про ученого, который искал формулу счастья. Этого ученого звали Фауст. Он договорился с самим дьяволом, что когда почувствует абсолютное счастье, то скажет «остановись, мгновенье, ты прекрасно!» и тогда дьявол заберет его душу. Конечно, это только литературное произведение, выдумка. Но идея о возможности остановить время всегда занимала мысли людей.

На самом деле вопрос времени интересовал очень многих ученых и писателей очень давно. Например, Герберт Джордж Уэллс, который один из первых начал писать большие фантастические романы, придумал рассказ про возможность ускорять и замедлять время. Великий ученый Эйнштейн сумел доказать, что при движении со скоростью, близкой к скорости света (около 300 000 километров в секунду), время замедляется и может даже остановиться!

Мы же попробуем остановить мгновение совсем другим способом. Для этого природа снабдила нас глазами, которые умеют моргать.

На некоторых дискотеках используют лампочки, которые быстро-быстро вспыхивают и гаснут в темноте. От этого танцующие люди видят окружающий мир словно состоящим из кусочков: все движения прерываются, и кажется, что все вокруг внезапно «перескакивает» из одного положения в другое.

Эту идею взяли у ученых. Они придумали такой прибор для фотографирования быстро движущихся предметов или процессов. Например, капающую с высоты каплю, чтобы понять изменения ее формы, фотографируют при вот таком «рваном» освещении, и получаются фотографии как бы многих «застывших» капель.

А мы можем вместо вспыхивающей и гаснущей лампочки просто моргать – то чаще, то реже, но постоянно – и при этом смотреть на что-то движущееся. Например, на проезжающего велосипедиста, на идущего человека... Можно заметить, как его движения становятся «рваными». Немножко посмотреть на мир вот так, через моргающие быстро-быстро

глаза, довольно занятно. Только лучше при этом прочно сесть на стул или скамейку, потому что ходить так довольно непривычно, можно упасть и набить шишку.

А можно сделать и по-другому. Возьмем два небольших (примерно с ладошку) листочка достаточно плотной бумаги и вырежем в каждом длинный прямоугольничек. Получатся два листочка с окошками. Будем держать их перед глазами, один за другим, и двигать туда-сюда друг относительно друга. Тогда окошки будут, проходя мимо друг друга, то пропускать свет, то нет. Если так быстро-быстро двигать их и смотреть на окружающий мир, то получается почти настоящий стробоскоп.

Настоящий стробоскоп – это на самом деле обычная лампочка, которая часто-часто вспыхивает и гаснет. От этого движущийся предмет как бы выхватывается из окружающего пространства в отдельных точках. Пока лампочка не горит, глаз в темноте не видит этого предмета. А когда она вспыхивает на короткое мгновение, предмет как бы оказывается уже в другом месте, «застывший» под вспышкой. В принципе, этот эффект хорошо виден во время ночной грозы: молния, вспыхивая, на мгновение освещает пейзаж как бы застывшим.

Надо только учесть, что освещение должно быть хорошим, потому что на самом деле количество света при наблюдении через стробоскоп резко уменьшается (ведь большую часть времени окошко закрыто и открывается только на короткий момент), и глаз видит «затемненное» изображение.

Можно сделать и другой стробоскоп, механический. Я пошел в ближайшую мастерскую по ремонту часов и попросил старую пружину от будильника – сгодится и сломанная. Мне часовщик отдал пружину просто так. Я выпрямил кусок пружины, примотал пластырем к карандашу, а сверху надел кусок бумажки. Если теперь качнуть пружину, она начинает колебаться и мелькать перед глазами. Уже не надо моргать, а можно смотреть на мир через вот такой простой, но забавный прибор!

Как померить толщину без специального инструмента

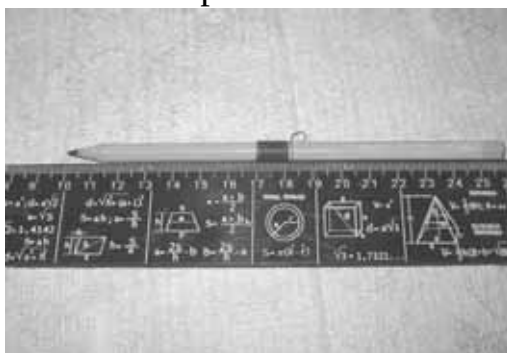
Для опыта нам потребуются: обычная линейка, спица, нитки, карандаш.

Иногда нужно померить толщину какого-нибудь очень тонкого предмета. Например, человеческого волоса. Или листика бумаги. Как это сделать, если под рукой нет специального прибора – микрометра или штангенциркуля?

Оказывается, нам в этом поможет умение делить и обычная линейка.

Возьмем листик бумаги – он действительно очень тонкий. Но если взять стопку таких листиков – скажем, штук тридцать, – то стопочка получится уже вполне высокая. Сожмем эту стопочку пальцами, чтобы листочки плотно прилегали друг к другу, и померяем высоту стопочки обычной линейкой. Затем поделим получившийся результат на количество листочков в стопке и получим толщину одного листочка!

Вот у меня под рукой стопка бумаги, сто четыре листа. Я померил – получилось 11 миллиметров. Поделил одиннадцать на сто четыре – получилась одна десятая! Значит, каждый листочек в толщину составляет примерно одну десятую миллиметра.



На фотографии – намотанная на карандаш нитка (40 оборотов) занимает одиннадцать с половиной миллиметра.

Теперь я могу, взяв такую бумагу, измерять с высокой точностью ширину узких щелей. Я просто засовываю в щель полосочки бумаги, пока они не начнут застревать, а потом считаю, сколько листочков вошло. Зная,

что каждый листочек дает одну десятую миллиметра, я могу сразу посчитать, какой ширины щель, с точностью до одной десятой миллиметра! И без всяких инструментов. Например, в щель между досками моей деревянной хлебницы на кухне вошло четыре листочка – значит, ее ширина четыре десятых миллиметра!

А с волосом или ниткой будет по-другому. Уложить стопку волос у нас не получится. Тогда мы пойдем на хитрость. Возьмем достаточно длинный волос, например из длинной косы. Возьмем тонкую вязальную спицу или длинную иголку, потому что длинный волос достать сложно. Для нитки сойдет и карандаш. И начнем наматывать волос, стараясь, чтобы витки плотно прилегали друг к другу, считая при этом количество намотанных витков. Когда намотаем весь волос, померяем линейкой ширину получившейся «намотки» на спице. Поделим на количество витков – и узнаем толщину волоса!

Если нитка за сорок оборотов занимает длину в одиннадцать с половиной миллиметра, то мы поделим 11,5 на 40 и получим 0,2875 миллиметра, то есть толщина нитки составляет примерно три десятых миллиметра!

И никаких специальных инструментов, кроме обычной линейки.

Передача энергии через вещество

Для опыта нам потребуется: десяток монеток по рублю.

Мы уже встречались с разными волнами. Вот еще один старинный опыт, который довольно забавно смотреть и показывает, как волна проходит через предмет.

Возьмите мелочь – монеты, например рубли. Штук десять. Выложите их на стол (без скатерти), прямо на твердую поверхность. Кладите их в ряд, чтобы они все плотно соприкасались, дотрагивались друг до друга.

Теперь возьмите еще одну монету и пустите ее щелчком по столу, так чтобы она ударилась о крайнюю монету в ряду. Только понятно, что она должна удариться «вдоль» ряда, то есть как будто к очереди подбегает человек и натывается на последнего стоящего.

Что произойдет? Кажется, что должна сдвинуться вперед вся «очередь» из монет. Однако ничего подобного не произойдет!

Вы увидите, что отскочит только самая последняя монета, а все остальные останутся на месте!

Почему так происходит?

Все монеты соприкасаются, между ними нет промежутков. Значит, при ударе монеты по крайней в ряду возникнет упругая волна сжатия – она передастся через весь ряд и вытолкнет крайнюю монету.

Упругая волна в веществе распространяется, кстати, гораздо быстрее и лучше, чем в воздухе. Этим свойством воспользовался герой романа Жюль Верна «Путешествие к центру Земли», когда заблудился в подземной пещере.

Молодой человек оказался один в лабиринте пещеры, отбившись от экспедиции. И хотя его крики были не слышны, удалось связаться с товарищами, приложив ухо к стенке и используя толщу камня как проводник звука!

При ударе об стенку упругая волна быстро проходит насквозь и ее слышно, если плотно прижаться с другой стороны. Вы можете попробовать такой простой эксперимент: встать с одной стороны стены в комнате, а с другой поставить кого-нибудь из семьи или друзей. Если плотно прижать ухо к стенке, то даже легкий стук будет хорошо слышен.

Для опыта нам потребуются: кремль (его легко найти на улице), напильник.

Современные люди знают, что огонь можно зажечь спичкой или зажигалкой. Если спросить, как добывали огонь наши предки, большинство вспомнит про добывание трением. Но никто этого сам не пробовал. Между тем есть более простой и надежный способ, который может выручить в трудную минуту.

По нашим полям валяется большое количество кремня, это камни, от которых при ударе откалываются чешуйки, тонкие пластинки. Так получается потому, что плотность кремня внутри неодинакова и ударная волна как бы отражается от слоев и «выходит» обратно на поверхность. Но для нас это не важно.

Важно то, что при ударе железом или другим кремнем по такому камню из него вылетают самые настоящие горячие искры! И от этих искр можно разжечь костер.

Найдите кремль – он обычно серого, темно-коричневого цвета, иногда с желтыми прожилками, с гладкой и твердой блестящей поверхностью. Помойте его и высушите хорошенько. Возьмите обычный напильник. Дождитесь вечера и в темноте ударьте – чиркните – кремнем о ребристую поверхность напильника. Можно и напильником быстро, с силой, провести по кремню. Вы увидите, как из камня вылетает целый сноп искр!

Как же разжигали костер наши предки? Они брали любой сухой и пористый материал, например хорошо высушенную полынь. Полынь обладает горьковатым запахом и растет в наших полях, это синеватые метелочки. Если высушить такую метелочку, то попавшая на нее искра сразу заставляет вспыхнуть – а уже от нее можно поджечь сухие веточки, и так далее...

Если мы посмотрим на устройство современной зажигалки, то увидим, что крутящееся колесико представляет собой такой же вот «свернутый в кольцо» напильничек с ребристой поверхностью, а ударяется он (чиркает) по специальному маленькому кремню! Вылетающие искры попадают на

фитиль, пропитанный бензином.

Значит, если вы идете в поход, надо взять с собой небольшой напильничек и камушек кремня. Хорошо также иметь трут или фитиль – сгодится кусочек ваты, сушеная полынь, обугленная и потушенная тряпочка. Тогда, даже если у вас кончатся спички и бензин, вы всегда, постаравшись, сможете развести костер и не пропадете! Ведь огонь поможет согреться в холод, отпугнуть зверей и приготовить, например, грибы.

И никакого трения!

Для опыта нам потребуется: воздушный шарик.

Если у вас под рукой есть обычный надувной шарик, можно проделать очень занятный опыт. Для этого опыта нужен шарик и... голова. Вернее, волосы на голове. Они должны быть хорошо вымыты и хорошо высушены. Это идеальные условия для превращения шарика в магнит.

Берем шарик и трем его об волосы на голове! Старательно трем, полминуты или минуту. Затем подбрасываем шарик к потолку или приставляем к стенке – и он прилипает!

Через некоторое время шарик перестает притягиваться к стене или потолку и падает. Тогда можно еще раз потереть об волосы – и снова шарик приобретает свойства магнита, причем притягивается не к железным предметам, а к обычной стенке, шкафу, окну.

Что же происходит в шарике?

Оказывается, при трении о шерсть (а волосы и есть шерсть) шарик теряет какое-то количество электронов. Каждый электрон имеет электрический заряд, очень маленький, конечно. Обычно электроны перетекают по веществу таким образом, чтобы примерно везде была одинаковая пропорция. Если где-то электронов больше, они будут течь туда, где их меньше, пока не уравниются. Но когда мы трем о волосы шарик, часть электронов «выбивает» из шарика, и он приобретает как бы дефицит электрического заряда. А такой дефицит электронов придает шарiku свойства магнита! Он начинает притягиваться к другим предметам. Например, к потолку.

Но, повисев некоторое время, шарик «набирает» электронов и теряет свои свойства. Поэтому он перестает магнититься и падает вниз. Нужно снова его потереть.

Кстати, волосы от этого опыта встают дыбом, как у ведьмы или испуганной кошки. Тоже забавно. Для тех же, у кого с волосами проблема (скажем, голова побрита налысо), шарик вполне можно потереть о чисто шерстяную тряпку или одеяло. Эффект будет тот же, поверьте.

Прирученная молния прямо в комнате – и безопасно!

Для опыта нам потребуются: два воздушных шарика.

Все видели молнию.

Страшный электрический разряд бьет прямо из тучи, сжигая все, во что попадает. Зрелище это и страшно, и притягивает. Молния опасна, она убивает все живое. Мы уже проделывали опыт с шариком и волосами и поэтому можем понять, почему она возникает.

Облака как бы «трутся» друг о друга и выбивают друг из друга электроны, совсем как волосы из шарика. Только сила заряда, которую они приобретают, колоссальна. Когда заряда накапливается слишком много, он «вытекает» и устремляется в ближайший предмет, в землю, в одиноко стоящее высокое дерево, в пруд, в дом.

Пользуясь этим знанием, мы можем создать маленькую и безопасную, прирученную молнию прямо в доме. Поверьте, это совершенно безопасно.

Итак, если мы хотим увидеть молнию прямо своими глазами, то надо проделать следующее. В полной темноте потереть отдельно два шарика о волосы, а потом поднести друг к другу. Между ними проскочит синяя искра с треском! Между прочим, напряжение в этой искре огромное, может быть, десятки тысяч вольт. Я не шучу. Просто ток там очень маленький, а убивает не напряжение, а ток. Синяя искра – это и есть поток электронов, перескакивающих с шарика на шарик, как бы речка, которая существует только очень краткий миг. Молния будет синей, красивой, но о-о-очень маленькой и абсолютно безопасной!

Как далеко от нас центр грозы?

Была такая шутка. Мальчик спрашивает папу: почему мы сначала видим молнию, а уже потом слышим звук? Папа отвечает: это потому что глаза находятся впереди ушей!

Конечно, это шутка. На самом деле так все происходит вот почему. Свет «бежит» по воздуху с невероятной скоростью, около трехсот тысяч километров в секунду. Расстояние в три километра он пролетает за одну десятитысячную секунды, то есть почти мгновенно. Молния ударяет, и мы практически сразу видим свет.

Звук же «тащится» по сравнению со светом ужасно медленно. Он ползет со скоростью каких-то триста тридцать метров в секунду. То есть расстояние в три километра он будет ползти почти девять секунд!

Таким образом, если мы увидели вспышку молнии во время грозы, надо сразу же начать отсчитывать секунды (по секундомеру или просто спокойно считая «один, два, три, четыре»). Потом – как только услышали звук грома – прекращаем считать. И вот простая формула: количество секунд делим на три и получаем примерно расстояние до молнии, или до центра грозы. Три секунды – километр; шесть секунд – два километра; девять секунд – три километра; двенадцать секунд – четыре километра... и так далее.

Каждые новые три секунды дают еще один километр расстояния. Все просто!

Кстати, от Солнца до нас свет добежит примерно за восемь минут. То есть мы видим Солнце таким, каким оно было целых восемь минут назад! Мало кто об этом задумывается. Но это так. А вот от ближайшей к нам звезды свет летит аж целых четыре года. Можно примерно посчитать, сколько это будет в километрах.

В одной минуте шестьдесят секунд. В одном часе – шестьдесят минут, то есть $60 \times 60 = 3600$ секунд. В сутках 24 часа, то есть $3600 \times 24 = 86\,400$ секунд. В году 365 дней, то есть $86\,400 \times 365 = 31\,536\,000$ секунд. Умножаем на четыре года, получаем 126 144 000 секунд в четырех годах. Это сто двадцать шесть миллионов сто сорок четыре тысячи секунд. За каждую секунду свет пролетает триста тысяч километров. Перемножаем $126\,144\,000 \times 300\,000$ и получаем 37 843 200 000 000 или тридцать семь

биллионов восемьсот сорок три миллиарда двести миллионов километров!

Понятно теперь, почему ученые для звездных расстояний измеряют время не в километрах, а в световых годах. Удобнее сказать «четыре световых года», или то расстояние, которое свет пролетает за четыре года, чем выговаривать такое огромное число. А ведь есть звезды, от которых свет летит столетиями!

Для опыта нам потребуется: нитка с иголкой.

Это старинный опыт, его придумали почти два столетия назад. Но он довольно забавный, и мы постараемся его проделать.

Если мы попробуем бросить иголку так, чтобы она воткнулась, например, в деревянную стену, то вряд ли что получится. Иголка кувыркается в воздухе, и рассчитать так, чтобы она воткнулась кончиком, не удастся ни за что.

Возьмем ниточку, вденем ее в иголку, оставим достаточно длинный хвостик (сантиметров десять). Если теперь бросить иголку, она полетит как дротик (или дартс, что по-английски как раз и означает «дротик»). И воткнется в дерево или подушечку.

Почему же с хвостом иголка летит прямо и втыкается, а без хвоста – никак?

На самом деле эту задачу решали наши далекие предки, которые изобрели лук. Мало было изобрести лук, надо было еще сконструировать стрелу. Все видели стрелу и знают, что на переднем конце у нее заостренный наконечник, а сзади – оперение. Перышки от птиц вставляли в обструганную палочку. Для чего?

Оказывается, именно хвост, или оперение, помогает стреле сохранять в воздухе свое положение и не кувыркаться. Вот что происходит. Центр тяжести стрелы находится примерно посередине. Законы физики таковы, что предметы обычно кувыркаются вокруг центра тяжести, если никакие другие силы не противодействуют этому. Значит, надо создать еще одну силу, которая бы мешала стреле кувыркаться. Что может оказывать воздействие на стрелу в полете? Воздух!

Если мы сделаем у стрелы пушистое оперение, то воздух, обтекая и почти не задевая гладкий деревянный ствол, будет «ударять» в пушистый хвост. И если стрела начнет кувыркаться, ее задний конец будет приподниматься или опускаться и «подставляться» под поток воздуха. Встречный поток воздуха будет усиленно давить на хвост и «возвращать» хвост назад. Таким образом, на стрелу все время действует набегающий поток, регулируя ее положение в пространстве. Тот центр, на который

сильнее всего давит поток воздуха, называется центром аэродинамического (воздушного) давления.

Таким образом, чтобы летящая стрела не кувыркалась, надо, чтобы центр аэродинамического давления находился позади центра тяжести. Вот и все. А наша иголка с ниткой – это просто уменьшенная модель стрелы. Нитка играет роль оперения.

Кстати, теперь вы легко сами ответите на вопрос, зачем у воздушных змеев делают хвосты.

Да чтобы они не кувыркались в воздухе!

Как найти центр тяжести

Для опыта нам потребуется: обыкновенная палка.

Мы уже знаем правило: чтобы стабилизировать, выровнять полет предмета, надо, чтобы его центр аэродинамического давления находился сзади центра тяжести. Но как быстро найти центр тяжести у палки, стрелы? Для этого существует очень простой и старинный метод.

Расставьте руки и положите палку, например от швабры, на вытянутые указательные пальцы. Единственное условие – палка должна быть достаточно гладкой. Теперь начните медленно сдвигать пальцы. Пусть палка просто лежит на пальцах, не надо ее ничем придерживать.

Ваши пальцы соединятся точно под центром тяжести палки!

Почему так происходит?

Все очень просто. Здесь работает закон, связанный с силой трения. Когда один предмет (палка) трется о палец, то сила тем больше, чем больше давление. То есть тяжелая палка будет двигаться с бóльшим трудом, чем легкая. Мы все знаем, что тяжелый шкаф по паркету двигать тяжело, а легкий скользит легко. Кажется, это очевидно.

Так вот, когда мы начинаем сдвигать пальцы, один из пальцев сдвигается чуть ближе к центру тяжести палки. Поэтому давление на этот палец увеличивается (на нем как бы лежит больший кусок палки и, соответственно, более тяжелый). Ведь весь вес распределяется на два пальца.

Раз так, то и возрастает сила трения. Палка начинает «тормозить» об этот палец. Теперь уже скользит другой палец и, в свою очередь, придвигается ближе к центру тяжести. Сразу возрастают давление и сила трения – и уже этот палец «тормозит», а начинает передвигаться следующий палец. И так постепенно, шаг за шагом, оба пальца потихонечку придвигаются к центру тяжести! Вот такая самонастраивающаяся система, где регулятором выступают сила трения и сила тяжести.

Почему звезды мерцают, а планеты – нет?

Если посмотреть на ночное небо, выехав подальше от освещенных мест, – скажем, на даче или в походе, – то мы увидим тысячи и тысячи переливающихся звезд. Они то вспыхивают поярче, то тускнеют.

Почему так происходит?

Ответ на этот вопрос понял мой папа и рассказал мне. Во всех книжках дается такое объяснение: лучи от звезд проходят через воздушные слои атмосферы перед тем, как попасть к нам в глаза. Поскольку атмосферные слои движутся, имеют разную температуру, плотность, прозрачность, лучи от звезд проходят то более яркими, то более тусклыми – и звезды мерцают.

Это объяснение было бы правильным, если бы не одно «но». На небесном своде помимо звезд есть еще и планеты: Марс, Венера, Юпитер, Сатурн. Они видны невооруженным глазом, то есть без бинокля и подзорной трубы. Так вот, планеты НЕ мерцают.

Но как же так! Ведь лучи от планет должны проходить точно так же через такие же слои, так же отклоняться, терять и приобретать яркость... Но этого не происходит.

Значит, общепринятое объяснение неверно.

Чтобы понять, в чем дело, надо выяснить, чем с точки зрения наблюдателя отличаются планета и звезда. Оказывается, что звезда всегда, даже в самый сильный на планете телескоп видна как точка. А планета видна как диск, круг, пятнышко, будто маленькая луна или солнце. Конечно, глазами без бинокля этот диск не отличить от звезды, но тем не менее это отличие есть. Но наша атмосфера не совсем прозрачна. В воздухе плавают пыль, грязь, мелкие частицы. Причины этому разные, например извержение вулканов. Когда взрывается крупный вулкан, он выбрасывает высоко в атмосферу огромное количество мелкой вулканической пыли, причем может даже упасть температура на всей Земле!

Так вот, пылинка сама по себе очень маленькая и летает высоко в небе, может быть на высоте нескольких километров. Она почти ничего не может заслонить собой. Но поскольку звезда – это точка для наблюдателя на земле, когда пылинка пересекает луч звезды, она на мгновение заслоняет этот луч, и звезда «мигает».

А от планеты пылинка не может перегородить весь ее луч света, потому что планета – это кружок на небе, и пылинка только покажется маленьким пятнышком на фоне этого кружка!

Скорее всего, именно поэтому звезды мерцают, а планеты – нет.

Какой важный вывод можно из этого сделать? Чем более загрязнена атмосфера, тем сильнее мерцают звезды. Можно определять загрязненность атмосферы прямо с земли! Таким образом, понимание различия между звездами и планетами помогает следить за экологией нашей планеты.

Можно ли спичкой закрыть звезду?

Для опыта нам потребуется: спичка.

Раз уж мы заговорили про звезды, вспомним довольно старый, но очень занятный опыт. В темную ночь, когда небо ясное и хорошо видны звезды, выйдите на балкон или улицу и посмотрите на одну из самых ярких звезд. Как мы уже знаем, звезда для наблюдателя всегда будет виднеться как точка. Мы также знаем, что маленькая пылинка, плавающая в верхних слоях атмосферы, может перекрыть луч от звезды.

Но это если пылинка находится очень далеко, на расстоянии в сотни метров или километров от наблюдателя. А вот можно ли перекрыть луч от звезды, скажем, спичечной головкой?

Кажется, что спичечная головка достаточно большая и если поставить ее перед глазом, то она закроет свет от звезды.

Попробуйте! Закройте один глаз, а другим посмотрите на звезду «через спичку».

Оказывается, спичка становится будто бы прозрачной! Свет от звезды все равно будет ясно виден! Что же это получается? Или неправда, что пылинка закрывает свет, или...

Объяснение здесь очень простое. Все дело действительно в расстоянии до объекта, который перекрывает ход лучей. Пылинка, хоть и маленькая, но «тень» от нее, пройдя сотни метров или километры, становится достаточно большим пятном, чтобы перекрыть зрачок глаза. А вот головка спички меньше по размеру, чем расширившийся в темноте зрачок. И хотя головка спички и закрывает часть света от звезды, зрачок «шире» и все равно ловит часть лучей. Лучи попросту проходят мимо спички и попадают в глаз все равно!

Вот если бы спичку поднять высоко в атмосферу, она бы закрыла собой звезду!

Как делают драгоценности

Для опыта нам потребуются: стеклянная банка, горячая вода, соль, сахар.

Один из интереснейших опытов, который можно сделать дома, – это выращивание кристаллов. Если вы читаете эту книгу по порядку, то помните, что мы уже выращивали кристаллы на дому (опыт 26). Сейчас повторим наш опыт, немного видоизменив его.

Что такое кристаллы? Кристаллы – это очень интересное состояние вещества. Вещество может находиться в четырех основных состояниях – жидком, твердом, быть газом и еще плазмой. Но если вещество твердое, чаще всего оно находится в «неупорядоченном» состоянии, внутри мелкие частицы, из которых это вещество состоит, как бы слеплены просто комом, кое-как, без всякого порядка.

Но бывает, что твердое вещество внутри построено как хорошее здание – кирпичик к кирпичику. Тогда уже получается кристалл. Вот, например, обыкновенная поваренная соль. Она внутри состоит из ма-а-аленьких кубиков. Каждый кубик построен из атомов хлора (ядовитый газ) и натрия (это металл, который может гореть даже в воде). А вместе, если их последовательно сложить, получается обычная соль. Хлор – натрий – хлор – натрий – хлор – натрий... ну и так далее.

Интересно, что первые кристаллы исследовали так: брали кристалл и били по нему молотком. Он разбивался на множество маленьких кристаллов такой же формы, как и первоначальный, большой кристалл. После этого ученым пришла в голову мысль, что внутри все кристаллы повторяют свою внешнюю форму и эта форма связана со строением кристалла из атомов! Эта догадка оказалась верной. Вот так-то!

Даже когда кристаллы вырастают очень большими, они сохраняют форму тех маленьких «кубиков» или других фигурок, например пирамидок, из которых они состоят. Почти все драгоценные камни являются кристаллами. Но мы не будем выращивать драгоценные камни, для этого нужна специальная аппаратура, мы вырастим кристалл соли.

Для этого понадобится обычная стеклянная баночка, горячая вода и соль! Нальем горячей воды в баночку и станем добавлять соли чайной

ложкой, тщательно размешивая осадок на дне. Через некоторое время соль перестанет растворяться. Добавим еще немного соли, чтобы получился перенасыщенный, то есть очень сильный, раствор соли. И поставим баночку на подоконник. Все! Ничего больше делать не нужно. Надо только ждать.

Пройдет несколько дней, неделя, может быть, чуть больше. Каждый день мы будем смотреть, как образуется сначала корка из соли, потом выпадает осадок, потом появляются более крупные кристаллы.

В конце концов, когда испарится вся вода, мы получим маленькую соляную пустыню, где все горы и холмы будут строго кубиками!

Если мы попробуем отколоть кусочек соли от нашей кристаллической пустыни, он отколется кубиком или кусочком, составленным из кубиков.

Так, без всяких микроскопов, мы увидим, что соль состоит из кубических кристаллов!

Можно усложнить опыт. Возьмем и растворим в горячей воде соль вместе с сахаром. Будем класть ложку соли, ложку сахара, ложку соли, ложку сахара... Дальше, после того как вода испарится, наковыряем получившихся кристаллов и попробуем их на вкус. Язык откажется воспринимать такой вкус – будет непонятно, соль это или сахар!

Еще усложним опыт. Сделаем горячий перенасыщенный раствор соли. Из предыдущего опыта с кристаллизацией соли выковырнем кусочек соли покрупнее, обвяжем его ниточкой и опустим в раствор, когда он остынет. Пусть кристаллик соли висит в соленом растворе, пока тот испаряется. Через несколько дней мы увидим, что кристаллик начал расти! Можно получить довольно большой кусок кристаллической соли таким простым методом.

Теперь уже можно понять, как делают искусственные драгоценные камни, например рубины. Расплавляют при огромной температуре вещество, из которого состоит рубин. Затем берут кристаллик рубина и дотрагиваются до поверхности расплавленной массы рубинового вещества. Конечно, это делают не руками, а специальными машинами, при высоких температурах и давлении. Атомы из вещества начинают «прилипать» к кристаллику, надстраивая его, как рос у нас кусочек соли. Рубин начинает расти. При этом его очень медленно поднимают из расплавленной массы, и снизу он все продолжает расти! Таким образом через некоторое время из массы вытягивается рубиновый столбик. Затем его остужают, режут на отдельные драгоценные камушки и используют в различных механизмах или драгоценных украшениях.

Поскольку рубин очень твердый и гладкий, из него делают, например,

опоры для маятников в механических часах. Если вы посмотрите на часы, на многих написано «семнадцать камней» или «одиннадцать камней». Вот эти-то «камни» и есть рубиновые кристаллы, из которых делают опоры для осей. Движущиеся части в часах трутся о рубин, но не стирают его и не тратят слишком много энергии на трение. Так драгоценности служат в механизмах.

Копия монеты за две минуты

Для опыта нам потребуются: монетки, фольга, клей.

У любого из нас есть возможность достать несколько мелких монет. Если мы посмотрим на монету, у нее всегда есть «лицевая» сторона и «обратная» сторона. Обычно их называют «орел» и «решка». Говорят, что эти названия произошли потому, что на одной стороне всегда был изображен герб России – орел. А на другой – решетка (на старинных монетах).

Теперь же орла можно увидеть, а решетки нет. Вместо нее бывают разные изображения, особенно на юбилейных монетах.

Интересно, можно ли сделать копию монеты за пару минут?

Мы воспользуемся таким физическим свойством материалов, как пластичность. Разные вещества обладают разной пластичностью. Это способность материала изменять свою форму и не «рваться» на части. Понятно, что пластилин – очень пластичный (даже название происходит от этого же слова). А вот камень – не пластичный. Попытаешься его «смять» – в лучшем случае он расколется...

Металлы более пластичны, чем многие другие материалы. Например, медь очень пластична, ее можно ковать, мять, сгибать. Кстати, чтобы медь сделать ну очень пластичной, ее надо накаливать в пламени (костра, например), а потом, нагретую докрасна, сунуть в воду. Тогда ее можно сильно мять, растягивать, ковать – и она не треснет.

Алюминий менее пластичный, чем медь, но, если его расплющить в очень тонкую пленку, фольгу, он будет достаточно хорошо принимать любую форму. У алюминия есть еще одно хорошее свойство: он не ядовит и не окисляется (не ржавеет). Именно поэтому фольгу для заворачивания продуктов делают из алюминия.

Возьмем же кусочек фольги, положим на монетку и разгладим сверху ногтем или тупым карандашом. Надо только делать это аккуратно, чтобы не порвать фольгу. Мы увидим, что алюминиевая фольга приняла форму монеты и на ней проступил рельеф, например двуглавый орел!

Можно быстро наделать таких монеток, вырезать их ножницами и использовать в играх как «деньги для игр».

Кстати, таким же образом можно делать копии и с других барельефов, то есть выпуклых изображений. Положил сверху фольгу, поводит ногтем, прижимая поплотнее, – и вот, готово изображение, формочка. Другое дело, что она очень непрочная. Но можно снимать такие модельки, заливать с обратной стороны клеем и собирать коллекцию копий монет. Не всегда же удастся приобрести монету, а копию – запросто!

Как растут барханы в пустыне, или Про зыбучие пески

Для опыта нам потребуются: немного разных сухих сыпучих продуктов – манка, соль, сахар, гречка, растворимый кофе.

Не у всех есть возможность побывать в настоящей пустыне. Но все знают, что в песчаной пустыне ветер гонит горы из песка – барханы. Эти барханы могут вырастать довольно большими – сотня метров в высоту. Такая «горка» может завалить целую деревню!

Мы все играли в детстве в песочнице и строили куличики. И все знают, что из сухого песка куличик сделать сложно. Для этого песок надо намочить. А какие законы физики лежат в основе этого и как это можно использовать?

Оказывается, тут работает все та же сила трения, с которой мы уже встречались в наших опытах. Песчинки трутся друг об друга и поэтому не рассыпаются ровным слоем, а могут насыпаться в горку. Оказывается, что сила трения между песчинками определяет, каким будет угол подъема такой горки. Чем больше сила трения, тем «круче» горка. Если песчинки намочить, сила трения очень сильно возрастает, и горка может стать почти отвесной. Именно поэтому куличики легче делать из сырого песка.

Но если песок намочить слишком сильно, сила трения опять падает, потому что между песчинками образуется слой воды. И песок «расплывается». Но даже у сухого песка, в зависимости от того, из какого вещества в основном «сделаны» песчинки, угол для горки будет разным. Понятно, что кварцевый песок имеет одну силу трения, а, скажем, кремниевый – другую. Поэтому по углу подъема бархана можно судить о влажности и составе песка! Мы можем провести несложный опыт. Возьмем различные сухие сыпучие вещества, которые есть под рукой: манную крупу, гречку, соль, сахар, растворимый кофе. На чистом листе бумаги попробуем аккуратно насыпать небольшие горки из этих веществ. И увидим, что у всех у них угол подъема отличается. Это потому, что различается сила трения между частицами этих веществ. В принципе, можно составить таблицу для этих углов и определять, что за вещество, с

закрытыми глазами – только померив угол возвышения! Теперь становится понятно, почему существуют зыбучие пески. Это пески, которые обычно состоят из слюды, очень легких и скользких частиц. Они почти не образуют барханов, потому что сила трения между частицами очень слабая. Зато если на такой песок наступает человек или животное – он начинает тонуть, как в воде... Но об этом – в следующем опыте.

Зыбучие пески: почему в них тонут (продолжение)

Для опыта нам потребуются: банка растворимого кофе, металлический шарик.

Мы можем провести дома опыт – создать зыбучие пески и пронаблюдать, как в них тонут попавшие предметы.

Вместо песка у нас будет выступать растворимый кофе в банке. Сила трения между частицами кофе небольшая, как раз то, что нам нужно.

Найдите камушек или (лучше) металлический шарик и положите в банку с растворимым кофе на поверхность. Шарик будет лежать на поверхности и не будет тонуть.

Дело в том, что сила трения покоя (когда предмет не движется) больше, чем сила трения, когда тот же предмет скользит и движется. Поэтому спокойно лежащий шарик не тонет в наших «зыбучих песках».

Но если мы начнем потряхивать банку, постукивать по ней, то шарик постепенно начнет погружаться! Частицы кофе, двигаясь при встряхивании банки, скользят по шарiku, и шарик постепенно опускается под действием силы притяжения Земли.

Теперь мы понимаем, как происходит затягивание в зыбучие пески. Например, какое-нибудь животное забредает на участок песка с низкой силой трения. Его начинает затягивать. Возникает паника – зверь начинает дергаться, пытаясь вырваться из ловушки. Чем сильнее рывки и движения, тем быстрее погружается тело в песок, пока не наступает гибель.

Как же вести себя в зыбучих песках? Во-первых, надо увеличить площадь соприкосновения с песком. Для этого надо спокойно лечь плашмя. Ведь чем больше площадь опоры, тем меньше давление, тем меньше затягивает в ловушку. Во-вторых, нельзя делать резких движений – нужно очень медленно, потихонечку «выгребать» к краю ловушки. Обычно это всего несколько метров. Надо вести себя так, словно в бассейне с водой, «плыть» к краю бассейна, только очень медленно, стараясь лежать плашмя. Ползти, грести – пока не выберешься на участок обычного песка.

А еще одним из признаков зыбучих песков является то, что они «поют» или «скрипят», издают разные звуки. Я был в таких песках, это

очень интересно. Хотя, конечно, немного страшно.

Скорость распространения звука в воздухе мы уже знаем – примерно триста тридцать метров в секунду. А вот интересно, в воде звук распространяется быстрее или медленнее?

Помните, я рассказывал про прохождение звука через стену? Так вот, чем более плотным является вещество, тем быстрее распространяется звук. Поскольку вода примерно в семьсот раз плотнее воздуха, то и звук должен бежать в воде гораздо быстрее.

Можно проделать очень занятный опыт летом в пруду или в бассейне – да хоть в домашней ванне! Надо на несколько секунд нырнуть под воду и постучать под водой двумя предметами друг об друга: камушками, ложками – чем угодно.

Вы услышите, что звук какой-то странный. Это потому, что ухо не так воспринимает звук под водой. Кроме того, в воздухе и в воде от одинаковых предметов звуковая волна будет различной формы и восприниматься будет по-разному.

Самое интересное, что, например, дельфины спокойно общаются на огромных расстояниях под водой, издавая звуки очень высокой частоты. То есть звуковые волны, колебания которых очень высоки, до двадцати тысяч раз в секунду и даже больше!

Мы же под водой говорить не можем, нам для создания звуков нужен воздух. Остается только изучить азбуку Морзе и перестукиваться камушками!

Фотоаппарат в глазу

Для опыта нам потребуются: обычное зеркало и настольная лампа.

Те, кто не знает устройства фотоаппарата, может заглянуть в объектив. Почти у каждого фотоаппарата есть специальный механизм, называемый «диафрагма». Это несколько «лепестков», которые сдвигаются или раздвигаются, делая входное отверстие для света то шире, то уже.

Понятно, зачем это нужно. Если освещение очень яркое, то дырочку надо сделать поуже, потому что света и так достаточно. А если темно – то дырочку надо сделать пошире, потому что света не хватает.

А вот наш глаз тоже имеет такой же механизм. Правда, он устроен немножко по-другому, но выполняет ту же задачу.

Чтобы посмотреть, как работает этот механизм, нам понадобятся обычное зеркало и лампочка рядом с зеркалом.

Подойдите к зеркалу, закройте глаза (для надежности прикройте ладошками) и досчитайте до трехсот. За это время ваши глаза привыкнут к темноте, и зрачки расширятся.

Мозг сам определяет, что в глаз попадает мало света и настраивает зрачки (диафрагму!) так, чтобы вход в глаз был пошире.

Теперь откройте глаза, включите лампочку и смотрите внимательно на зрачки. Вы увидите, как они резко сужаются, превращаясь в маленькие точки! Это глаз реагирует на большое количество света, на высокую освещенность.

Значит, мы в своих глазах имеем очень интересный и сложный прибор, который позволяет глазу приспосабливаться к освещенности. И в пасмурный и в светлый день мы одинаково хорошо можем ориентироваться в обстановке и воспринимать окружающий нас мир, все благодаря такому интересному механизму.

Как превращается энергия

Для опыта нам потребуются: обычный насос, велосипед со спущенной шиной или футбольный мяч.

Мы не задумываемся о том, что очень много явлений вокруг связаны с постоянными превращениями энергии. Электрическая энергия превращается в тепловую, механическая в потенциальную и так далее. Пусть вас не пугают эти названия. Сейчас мы попробуем сделать очень простой опыт, который покажет, как механическая энергия превращается в тепловую. А если сказать по-простому, как движение (работа) превращается в тепло. Для этого нужны обычный насос и велосипед со спущенной шиной или футбольный мяч. Возьмите насос и начните как можно быстрее накачивать шину или мяч. Через некоторое время пощупайте резиновый шланг насоса – вы почувствуете, что он стал более теплым. Если клапан на шине старого образца, ниппельный, то нагревание может быть очень ощутимым! Что же произошло в этом простом опыте?

Наша энергия, наши движения, работа, которую мы проделали, превратилась частично в полезную работу (шина накачивается), а частично превратилась в тепло. Это тепло постепенно будет утекать в окружающую атмосферу, и через некоторое время шланг опять станет такой же температуры, как и окружающий воздух.

Значит, просто механическими движениями можно получать тепловую энергию? Да, это действительно так! И тут мы опять вспомним про добывание огня трением. Ведь там используется как раз это явление: механическая энергия превращается в тепло, причем с такой скоростью и силой, что материал (дерево, сухая трава) загорается!

Вот почему при спуске по веревке, канату надо обязательно надевать плотные перчатки или рукавицы. При быстром скольжении руки трутся о поверхность каната, и механическая энергия превращается в тепловую. При этом может резко возрастать температура – и на руке появляется самый настоящий ожог, как от пламени костра!

Точно так же в мороз, если быстро-быстро потереть ладошки друг об друга, они немного согреваются. Правда, здесь еще играет роль то, что при таком трении внутри ладошек разгоняется кровь, которая передает тепло

изнутри организма, так что дело не только в трении, но тем не менее часть тепловой энергии при этом все-таки образуется!

Пневмопочта на дому

Для опыта нам потребуется: кусок любого шланга.

Во многих солидных учреждениях, например в Сберегательном Банке России, на службе стоит так называемая пневмопочта. Что это такое и какие законы физики помогают ей работать?

Когда человек приходит в Сбербанк и оформляет, например, денежный кредит или перевод, часто ему нужно проделать несколько операций в разных окошках. Чтобы быстро передать документы из одного места в другое, работник банка сворачивает документы в трубочку, закладывает в легкую, прозрачную пластиковую капсулу и закладывает в специальную трубку. Этими трубками соединены все нужные места в Сберегательном Банке. Дальше в трубку подается сжатый воздух, который гонит капсулу в нужном направлении – и вот она уже через несколько секунд попадает к другому работнику! Осталось только достать документы и подождать, пока от окошка к окошку перейдет наш клиент.

Между прочим, этот принцип, использование сжатого воздуха для перемещения предметов, использовали наши предки. Например, обычным развлечением ребят в деревнях было следующее занятие. Срезалась любая трубка от растения с достаточно плотным стволом, пустая внутри. Туда закладывалась рябина, косточка вишни, мелкий камушек. Затем в трубку с одного конца сильно дули – и из другого вылетал маленький «снаряд». Настоящее духовое ружье!

Мы же можем дома создать небольшую пневмопочту прямо как в Сбербанке. Для этого нужен кусок любого шланга, например кусок старого шланга для полива огорода. Его надо промыть и высушить.

Возьмем кусочек обычной столовой фольги, в которую хозяйки заворачивают продукты. Она продается в хозяйственных магазинах и почти всегда есть на кухне. Свернем из нее шарик. Если нет фольги – свернем шарик из бумаги. Размер шарика должен быть таким, чтобы он свободно входил в шланг и был почти такого же размера, как и отверстие.

Дунем в шланг – шарик побежит по нему и выскочит с другой стороны! Можно протянуть шланг из комнаты в комнату и передавать сообщения родителям! Написал на бумажке короткое послание, заложил в

нашу пневмопочту, дунул – и с другой стороны уже его читают!

Может ли монета гореть в воде?

Для опыта нам потребуются: разные монетки, крышечка от банки.

Для того чтобы определить состав монеты или другого предмета, ученые применяют различные виды анализов. Например, спектральный. Или химический... Но в далекой древности не было возможности проводить такой анализ, потому что еще не были разработаны сложные научные методы. Давайте представим, что мы живем в древнем мире и нам надо определить – есть ли в монете примесь меди? Железа? Благородных металлов? Что для этого надо сделать?

Да ничего особенного. Возьмем пластмассовую крышечку от любой банки, нальем немного воды и кинем монетки разного достоинства. Я бросил 10, 50 копеек, рубль и пять рублей. Если есть старые советские монеты, их тоже можно бросить.

Оставим все это на денек-другой стоять в таком месте, где никто не смахнет на пол. Оказывается, разные металлы окисляются (ржавеют) по-разному. Так, вокруг одной монеты (50 копеек) расходится рыжая ржавчина. А вот советские монеты дают зеленый оттенок!

Это означает, что там, где рыжая ржавчина, в состав монеты входит железо. Ученые записывают вместо слова «железо» специальный знак – Fe, от латинского слова «Ferrum», или «фerrум», что означает как раз железо. А вот там, где мы увидим зеленый цвет, – в состав входит медь. Медь ученые обозначают как Cu (Cuprum). Читается как «купрум» – «медь». Если же монета не ржавеет, не окисляется, не дает осадка и не окрашивает воду – значит, в ее составе более благородные металлы. Например, никель.

Что же такое окисление (ржавение)? Очень просто – это медленное горение! Если мы разжигаем костер, то кислород из воздуха, подлетая к поверхности дерева, «выхватывает» из дерева куски углерода. Так из толпы полицейские хватают хулигана. Два кислородных полицейских (атомы кислорода) хватают один атом углерода и сразу превращаются в бесцветный и легкий газ, углекислый газ. При горении это происходит быстро, а вот при ржавении происходит то же самое, только очень медленно. Так что можно сказать про наш опыт, что монеты очень

медленно «горят» в воде!

Звучащий шарик

Для опыта нам потребуется: воздушный шарик.

А вот простой и забавный опыт с воздушным шариком. Надуйте обычный воздушный шарик. Намочите в воде палец и начинайте им тереть шарик, держа его за «хвостик» другой рукой или просто прижав к себе.

Вы услышите, что шарик издает очень громкие звуки – скрип, дребезжание. Довольно противный скрип, если честно. Таким скрипом очень хорошо действовать на нервы или будить кого-нибудь. Лучше всякого будильника. Что происходит?

Мокрый палец, скользя по шарiku, то останавливается на мгновение, как бы «прилипает», то вдруг срывается и совершает быстрое перемещение. Эти рывки очень быстрые, они возбуждают колебания поверхности шарика. Резина «дрожит» с высокой частотой и толкает воздух внутри шара, создает такие же звуковые волны, как издает барабан или наши голосовые связки, когда мы говорим.

Сам внутренний объем шарика, даже скорее сам шарик вместе с воздухом внутри, работает как огромный резонатор. Звуковые волны внутри усиливаются, и вся поверхность шара издает довольно громкие звуки.

Теперь мы уже можем посмотреть на знакомые нам предметы и увидеть тот же принцип. Например, обычная гитара или скрипка. Это, по сути, просто струна, жила, натянутая на деревянную палку. Если бы не было деревянного резонатора, приделанной к палке специальной деревянной коробки, звук от струны был бы очень тихим и слабым. Но в гитарной деке, коробке, происходят те же процессы, что и в нашем звучащем шарике, и звук усиливается! Попробуйте во время того, как водите мокрым пальцем по шару, приложить одновременно к его поверхности ухо. Звук будет просто громоподобным.

А возьмем, к примеру, лягушек. Чтобы весной их голоса были лучше слышны, они надувают на горле огромные кожаные шары (из собственной кожи, конечно)! И используя эти шары как резонаторы, квакают так – что любой концертный исполнитель позавидует.

Можно сделать немного по-другому. Взять шарик, надуть его, а потом

растянуть его узкое горлышко двумя пальцами в разные стороны, оставив узкую щель. Воздух, выходя из шарика, будет заставлять шар колебаться и издавать очень громкий и противный писк. Сильнее или слабее растягивая горловину, можно делать звук выше или ниже. Несмотря на то что колебания шара (резонатора) мы вызываем другим способом, принцип работы этого нехитрого инструмента остается все тем же!

Если несколько человек надуют каждый по шару и начнут издавать звуки одновременно, получится настоящий «кошачий концерт». Очень забавно!

Пляшущая иголка

Для опыта нам потребуются: магнит, иголка, любая железная поверхность.

Этот опыт очень прост. Для него нужны магнит, иголка и любая железная пластинка или поверхность. Я взял железный диск из компьютера, все равно уже разобрал – так надо использовать.

Если положить иголку на стол и поднести к ней сверху магнит, иголка подскочит и притянется к магниту. Но мы попробуем сделать по-другому. Поставим иголку кончиком на кусок железа и будем придерживать легонько пальцами, чтобы она не падала. Затем начнем медленно подносить сверху магнит к иголке. Наступит момент, когда мы почувствуем, что иголка не нуждается в поддержке.



На фото иголка стоит вертикально, но не подскакивает к магниту, удерживаемая магнитным полем. При этом она дрожит и колеблется, «приплясывает».

Надо быть аккуратным: чуть сильнее приблизишь магнит к иголке, как она все-таки отлепляется от железа и прилипает к магниту. Тем не менее если быть аккуратным, опыт удастся легко.

Почему же иголка не прыгает вверх, а остается стоять?

Дело в том, что магнитное поле, пронизывающее пространство, намагничивает и иголку, и кусок железа, лежащий под ней. Таким образом, кусок железа тоже становится магнитным и начинает притягивать нижний конец иголки. Конечно, верхний магнит обладает более сильным полем, но

он и расположен дальше от конца иглы. Поэтому можно найти такое положение, в котором эти силы уравниваются и иголка начинает «плясать» вдоль магнитных линий. В старинном варианте этого опыта на иголку надевали вырезанный из бумаги силуэт балерины и показывали этот опыт детям.

Криминалисты, или Как обнаружить отпечатки пальцев

Для опыта нам потребуются: свечка, зеленка, палочка с ваткой, стеклянный бокал, мука или крахмал.

Давайте отвлечемся от физики и просто сделаем забавный опыт.

Все мы уникальны, то есть единственные в своем роде – и вторых таких на свете нет. Даже близнецы немного отличаются. Люди вообще хотят отличаться друг от друга хоть чем-нибудь. Красят волосы, делают прически, носят украшения, шьют или покупают одежду...

Но у каждого при себе есть узор, какого нет больше ни у кого. Это – отпечаток пальца.

Есть несколько теорий, почему у человека есть на подушечках пальцев и ладошках особые линии, узоры, которые ученые называют папиллярными линиями. Может быть, эти узоры достались нам от далеких предков, которые жили на деревьях? Ведь «шероховатыми» пальцами можно лучше ухватиться за ветку, гребешки и выступы этих линий повышали силу трения и давали возможность не соскользнуть вниз, не разбиться при падении и не попасть в пасть кровожадным хищникам.

Как бы то ни было, а интересно посмотреть на собственные отпечатки и изучить их. Вот как мы это сделаем.

Возьмем обычную свечку и любой плоский предмет – блюдечко, кусочек кафельной плитки, наконец, просто деревяшку. Зажжем свечку и капнем несколько капель стеарина на поверхность. Расплавленный воск почти сразу начнет застывать, мутнеть. Когда он уже немножко помутнеет, но еще не окончательно остынет, надо просто прижать палец к его поверхности и подождать полминуты-минуту, не двигая палец.

Когда мы поднимем палец, в воске останется четкий отпечаток. Но чтобы его было лучше видно, я взял и накапал немного зеленки прямо на отпечаток. Потом палочкой с кусочком ваты аккуратно размазал зеленку, чтобы не попортить отпечаток, – и получился очень красивый узор!

Между прочим, отпечаток пальца использовался (и используется) во многих странах и культурах как официальная печать на документе. Если человек не умеет писать и не может подписаться, тем не менее он может

удостоверить, что согласен с документом, приложив руку, намазанную чернилами.

Через множество веков современная цивилизация возвращается к той же идее, только на новом техническом уровне. Уже существует много приборов и охранных систем, которые определяют отпечаток пальца и по нему могут пропустить только этого и никакого другого человека!

Говорят, по таким узорам можно многое сказать о человеке. Недаром гадалки пытаются предсказывать судьбу по линиям на руке. Но нам просто интересно получить личный отпечаток пальца – четкий и красивый. Мы-то знаем, кто мы такие на самом деле. Зачем нам гадалки!

* * *

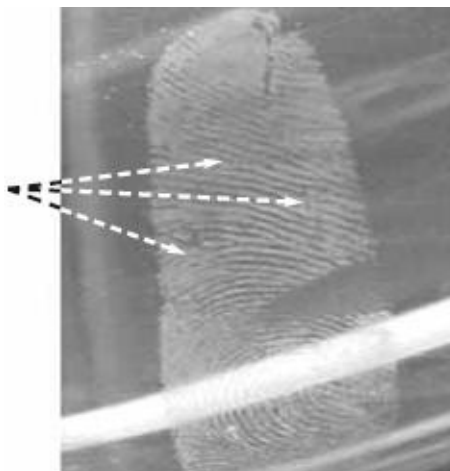
Есть еще один очень интересный способ обнаружить отпечатки пальцев, еще более близкий к тому, что используют сыщики. Дело в том, что уже довольно давно сыщики ловят преступников с помощью исследования отпечатков пальцев. Ведь если у каждого человека отпечатки пальцев уникальны, то есть единственные – больше таких нет ни у кого, можно использовать их как своеобразный «паспорт», метку. Подумайте только, на нашей планете уже более шести миллиардов (6 000 000 000) человек – и у каждого свои, отличающиеся от всех других, отпечатки пальцев! Представьте себе, что если сравнивать один отпечаток пальца в секунду с имеющимся образцом, то шесть миллиардов секунд – это сто девяносто лет! Облегчает дело то, что, конечно, не все люди «сдают» свои отпечатки, – обычно в картотеки попадают те, кто уже нарушил закон. Однако в последнее десятилетие все активнее разрабатываются системы автоматического распознавания отпечатков – они применяются в аэропортах, при получении паспорта, визы для поездки в другую страну и так далее. Мощные компьютеры успевают сравнить отпечаток с огромным количеством известных и выдать результат за сравнительно короткое время – секунды. Но чтобы получить отпечатки пальцев, нужно было разработать специальные методы. На самом деле эти методы не такие уж сложные, и мы можем прямо на кухне их освоить. Возьмем чистый, сухой, прозрачный стакан или бокал. Пальцами потыкаем в масло (обычное сливочное масло из холодильника) и потрем пальцами друг об друга, чтобы масло было не толстым слоем на коже, а почти незаметно. В общем, размажем его по ладошкам.

Теперь аккуратно и плотно отпечатаем свой палец на поверхности

бокала. Мы увидим, что на стекле появился полупрозрачный отпечаток пальца. Возьмем теперь ватку и обычную муку или крахмал. Нам важно, что это очень тонкий порошок. Аккуратно ватку обмакнем в муку или крахмал, затем очень осторожно пошлепаем по поверхности стакана, стараясь не нажимать. Порошок прилипнет к жировым отпечаткам. Обмахнем очень нежно поверхность стекла ваткой, чтобы снять излишки порошка, – получится очень заметный отпечаток! Особенно если смотреть на свет. Такой отпечаток уже можно фотографировать – и потом использовать в работе настоящего следователя!



Это мои отпечатки указательного пальца – я прижимал его три раза.



На фото увеличенные отпечатки пальцев, которые я получил в этом опыте. Стрелками отмечены характерные места – порезы, раздвоения папиллярных линий.

Крахмал и йод – галактика

Для опыта нам потребуются: высокий стакан или банка, йод, крахмал.

Знаете, что интересно? Пока я придумывал опыты и писал эту книгу, я часто спрашивал у своих взрослых знакомых, знают ли они про то или про это, делали когда-нибудь в жизни опыты...

Выяснилось, что в детстве, кроме некоторых простейших стреляющих устройств (поджиг), почти никто ничего не делал. А девочки – те вообще практически ничего делать не пробовали. Но когда я делаю эти опыты, все с удовольствием участвуют. Одно дело где-то что-то слышать или прочитать и совсем другое – сделать своими руками.

Между прочим, даже на кухне можно сделать такие вещи, которые помогут, например, лучше понять, как устроена вселенная или наша галактика. Попробуем и мы сделать этот простой опыт.

Для него нам понадобится йод и обычный крахмал. Пакетики с крахмалом продаются почти в любом продовольственном магазине, причем недорого. Ну а йод вообще дома надо иметь, вдруг палец порежешь... Из школьной химии некоторые знают, что йод и крахмал в смеси дают реакцию и синий раствор.

Мы возьмем высокий стакан или банку, нальем обычной холодной воды (если теплой, крахмал может слипнуться комочками). Сыпанем крахмала – ну, скажем, чайную ложку на объем стакана, не больше. Размешаем ложечкой – вода станет мутноватой.

Возьмем, раскрутим воду с крахмалом – словно мы размешиваем сахар в чае. У нас получится небольшой водоворот в банке.

Теперь в самый центр водоворота капнем одну (всего одну!) каплю йода. В центре сначала «забурлит» на мгновение вода и образуется темное синее пятно, которое будет колебаться и вращаться, образуя постепенно довольно занятную спираль.

Эта спираль очень похожа на спираль нашей галактики. Представьте только, в далеком космическом пространстве вращаются колоссальные облака из космического вещества. Это газ, звезды, туманности, пылевые облака... Они словно раскручены какой-то невероятно гигантской чайной

ложечкой – и от этого вращения образовался один из водоворотов, наша галактика. У нее есть такие же «рукава», которые получаются и у нас в опыте. Дело в том, что внутри водоворота в центре скорость вращения быстрее.

Это и понятно, ведь с краю надо частице пробежать по широкому кругу, а в центре – очень маленький кружок. Поэтому, если частица перемещается от центра к краям, она замедляет свой бег относительно центра и как бы отстает от центрального вращения. Поэтому «выбросы», «рукава» загибаются, и у вращающейся галактики (или нашей модели) появляются загнутые спиралью полосы.

Так в обычной чашке можно увидеть закономерности для целой галактики! Остается только один вопрос: кто же ее так раскрутил? Но об этом, наверное, я расскажу в другой книге.



Я долго ставил опыт с «галактикой», пока не удалось добиться только одного «рукава», – посмотрите, какая красивая белая спираль нарисовалась в центре банки (я фотографировал сверху).

Шутка со стаканом и водой

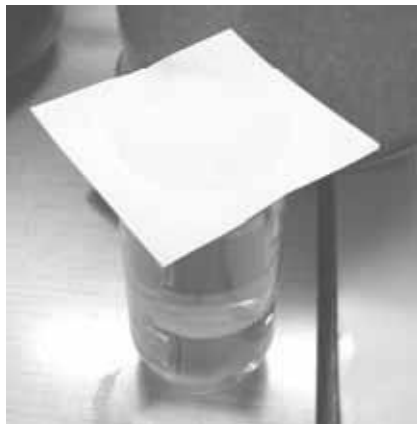
Для опыта нам потребуются: обычный стакан с водой, квадратный кусок плотной бумаги.

Это старинный опыт, не я его придумал, но, когда я спрашивал про него знакомых детей и их родителей, оказывается, его мало кто знает. Поэтому я решил тоже поместить его в этой книге. Опыт очень простой, но эффектный. Берем обычный стакан и наливаем его водой из-под крана до самых краев, чтобы не оставалось уже места, вода почти выливалась.

Теперь берем квадратный кусок плотной бумажки, только не газеты – лучше бумаги от принтера. Его размер должен быть таким, чтобы бумага полностью накрывала стакан и слегка торчала по краям.

Аккуратно накрываем стакан бумагой, слегка прижимаем к краям, накрыв сверху ладонью. Теперь берем и *быстро* переворачиваем стакан, полный воды, чтобы одна рука поддерживала ладонью лист бумаги, а другой мы держали перевернутый стакан за дно.

Если теперь убрать снизу ладонь, бумажка должна отвалиться под напором воды и вся вода вылиться?



Вот обычный стакан с водой, накрытый бумагой. Воды – до краев.

Как бы не так. Убираем ладонь – бумага словно прилипла к краям, вода в стакане не выливается! (Рекомендую, правда, для начала опыт делать над раковиной – иногда не получается, и тогда вода все-таки выливается прямо на пол.)



А вот я его перевернул – и вода не выливается!

Почему вода не выливается из стакана? Да потому, что воздух, наша атмосфера, давит с другой стороны на бумажку и не дает воде вылиться. Обычно мы не обращаем внимания на давление воздуха. А между прочим, с давлением связана работа огромного количества различных приборов.

71

Еще об атмосферном давлении, или Опыт в «Макдоналдсе»

Для опыта нам потребуется: напиток с соломинкой.

Мы помним опыт с перевернутым стаканом, из которого не выливалась вода. А подобный опыт, только упрощенный, можно проделать для своих друзей во время посещения любого кафе, например «Макдоналдса», где подают напитки с соломинкой. Возьмите соломинку, опустите в жидкость и заткните сверху пальцем. Теперь, не отпуская пальца, поднимите соломинку, держа ее над стаканом.



На фото я вытягиваю соломинку из банки с подкрашенной жидкостью. Внутри видно, что верхняя часть – желтая, а дальше содержится жидкость.

Понятно, что роль листочка бумаги, который не давал воде вылиться, прижимаемого атмосферным давлением в опыте с перевернутым стаканом, играют силы поверхностного натяжения жидкости. Они формируют упругую пленку, невидимую глазу, но достаточно крепкую. Воздух давит снизу на жидкость и не дает ей вылиться из соломинки.

Если мы уберем сверху палец, воздух начнет давить на жидкость одинаково с двух сторон – и под действием силы тяжести жидкость выльется обратно в стакан.

Этот опыт легко проделать в любом кафе и показать своим друзьям без всякой подготовки.

Яйцо-батискаф, или Вода из Мертвого моря

Для опыта нам потребуются: высокая стеклянная банка, соль, куриное яйцо.

Этот опыт описан у великого мастера опытов Я.И. Перельмана, но я включил его в свои опыты, немного изменив, потому что опыт очень простой и очень хороший. Он дает понимание того, что такое «плотность».

Мы все знаем, есть предметы более плотные (и обычно более тяжелые), а есть «рыхлые», или неплотные. Например, если положить рядом кусок пенопласта и кусок гранита одинаковых размеров, то пенопласт будет явно менее плотным материалом. Но с твердыми предметами это более-менее понятно, а вот как быть с жидкостями и газами?

Вода, например, является практически несжимаемой жидкостью. То есть если у нас будет один кубический метр воды (это кубик размерами метр на метр на метр), то сжать его даже огромным давлением до кубика, скажем, полметра на полметра на полметра, не удастся – или нужно применять усилия буквально в миллионы тонн.

Однако плотность воды может сильно различаться. В основном это зависит от содержания в воде различных примесей. Чаще всего такой примесью бывает обычная соль. Чем больше соли растворено в воде, тем плотнее вода. В далекой стране Израиль есть целое огромное озеро, вода в котором ужасно соленая – и очень плотная. Человек в этом озере (оно называется Мертвое море) не может даже нырнуть и лежит на воде без надувного матраца! Мы попробуем следующий простой опыт. Возьмем высокую стеклянную банку, нальем воды и положим туда обычное куриное яйцо.

Яйцо опустится на самое дно, потому что его плотность чуть меньше, чем плотность чистой водопроводной воды. Теперь будем бросать в банку столовые ложки соли и размешивать аккуратно – до тех пор, пока яйцо не начнет потихонечку всплывать. Можно добиться того, что яйцо зависнет посередине банки как настоящий глубоководный аппарат, не всплывая на поверхность и не опускаясь на дно! Вот как это выглядит в моем опыте

(смотрите фотографию).

Насыпая соль в банку и растворяя ее, мы изменяли такой важный параметр, как плотность. Все предметы, плотность которых больше плотности воды, будут в ней тонуть. Те предметы, плотность которых меньше, будут всплывать. А те, у которых плотность одинаковая с водой, будут занимать равновесное положение – ни тонуть, ни всплывать.



Яйцо-батискаф. Висит между дном и поверхностью воды.

Здесь есть одна маленькая хитрость. У дна, где больше соли, плотность раствора немного больше. На поверхности, куда соль доходит «с опозданием», – плотность меньше. Поэтому яйцо и зависает посередине, примерно на той границе, плотность воды у которой равна плотности яйца.

Фактически мы получили физический прибор – «плотностеметр», если можно так выразиться!

Теперь становится понятно, почему в море или океане с соленой водой плавать легче, чем в пресном озере. В пресном озере плотность воды меньше и тело не так сильно выталкивается на поверхность.

Некоторые могут сказать: а как же плавают корабли, сделанные из железа? Ведь железо гораздо плотнее воды!

Отвечу. Конечно, железо намного плотнее воды. Если мы возьмем кусок железа и бросим в воду, вряд ли он всплывет – это только в сказках волшебный топор из железа или золота всплывал на поверхность. Но корабли сделаны так, что железо опускается в воду вместе с огромным количеством воздуха (который внутри корабля). Если взять всю массу корабля и поделить на объем вместе с воздухом – то получится плотность, которая меньше плотности воды. Поэтому если в днище корабля образуется пробоина – корабль тонет.

Законы физики не обманешь.

Сила в сантиметрах, или Наглядно закон Гука

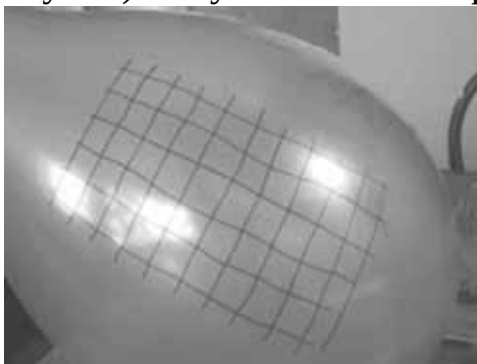
Для опыта нам потребуются: воздушный шарик, фломастер.

В школе проходят закон Гука. Жил такой знаменитый ученый, который изучал сжимаемость предметов и веществ и вывел свой закон. Закон этот очень простой: чем сильнее мы растягиваем или сжимаем предмет, тем сильнее изменяются его размеры. Или по-научному: изменение длины предмета прямо пропорционально приложенной к нему силе растяжения или сжатия.

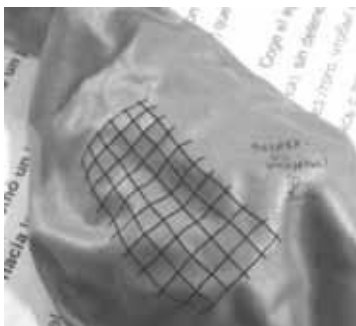
Понятно, что разные предметы сжимаются и растягиваются по-разному. Резина легко тянется, а вот мрамор или кирпич почти не сжимаются, лопаются.

Можно ли как-нибудь наглядно «увидеть» действие закона Гука? Я приведу очень простой опыт, в котором мы сможем видеть сразу, как действует сила на предмет.

Возьмем обычный шарик и надуем его. На поверхности нарисуем фломастером клетку. (Я пробовал рисовать шариковой ручкой, и шарик лопнул, изрядно меня напугав.) Получилось как на фотографии.



Шарик с нарисованной клеткой.



Сдутый шарик с лозунгом.

Теперь «сдуем» шарик, и получится резиновая тряпочка с маленькой клеткой, нарисованной на нем. На фотографии видна даже надпись – «Физика – это интересно!».



Шарик растягивается – клетка деформируется. «Гукометр» в действии.

Если мы теперь будем растягивать шарик, прикладывая к нему силу растяжения, мы увидим, как изменяет свои размеры, деформируется наша клетка. Отлично видно, что где приложена сила – там и изменяются геометрические размеры шарика. Можно растягивать шарик в разные стороны сильнее или слабее, а наша нарисованная система координат будет сразу показывать, где и как приложена сила! Можно взять обычную линейку и замерить в сантиметрах размеры клетки, а потом – насколько эти размеры изменились, ровно в такой же степени меняется приложенная сила. Мы получили из шарика прибор, назовем его «гукометр». Прибор для демонстрации закона Гука «вживую»!

Капли в банке, или Ядерный взрыв вверх ногами

Для опыта нам потребуются: высокая стеклянная банка или ваза, черная тушь, пипетка.

Вода обычно прозрачная. Мы с трудом можем понять, как движется сама масса воды внутри, если только в воде что-нибудь не плавает. А ведь движение воды изучается очень многими учеными, целыми специальными институтами. Почему? Потому что это очень важно для хорошей работы многих приборов и устройств. Например, понимая, как движется вода, можно лучше управлять кораблями и избежать столкновений. Приведу один пример. Когда два очень больших океанских судна идут рядом друг с другом, а между ними остается узкая полоска воды, возникает особая сила, которая начинает притягивать корабли друг к другу. Пока этого не знали, случались катастрофы именно по этой причине.

Но как разглядеть движение жидкости?

Попробуем проделать очень красивый и простой опыт. Для него нам будут нужны высокая стеклянная банка или ваза и баночка с черной тушью.

Нальем банку водой доверху (я взял высокую вазу, не пожалел для опыта). Поставим на стол (подстелив газетку) и подождем минут двадцать. Вода должна успокоиться и перестать двигаться.

Теперь обычной пипеткой капнем в воду капельку туши.

Поскольку плотность туши больше плотности воды, капля станет опускаться на дно под действием силы тяжести – и начнет образовывать очень занятные формы.словно огромный осьминог выпускает щупальца! Посмотрите на фотографии.

Теперь внимательно рассмотрим, как именно опускается тушь в воде. Мы видим, что капля разбивается на отдельные струи, которые распространяются в разные стороны. На конце каждой струи формируется что-то вроде кольца или грибка. Это хорошо видно на следующей фотографии, которую я специально обработал так, чтобы лучше было видно форму капель. Если присмотреться, то видно, что многие капли образуют вокруг струи кольцо. Кольцо окружает основную струю, а верхняя часть капли начинает напоминать гриб.

Эта картина напоминает перевернутый ядерный взрыв. И неслучайно. Оказывается, что законы для жидкостей и газов в некоторых случаях очень похожи. Формирование струи газа при определенных условиях похоже на формирование струи воды.



Капля опускается, как щупальце.



Капли образуют кольца и грибы при опускании. Фотография перевернута вверх ногами.

Что происходит, когда взрывается атомная бомба? Огромная энергия выделяется из взрывающегося урана, и температура в месте взрыва становится почти такой же, как на поверхности Солнца. Воздух мгновенно раскаляется и расширяется. Расширяясь, воздух становится менее плотным и начинает подниматься вверх, в атмосферу. Посмотрим на фотографию настоящего ядерного взрыва, произведенного на атолле (коралловом острове) в 1968 году французским правительством.

По своей структуре, то есть по тому, как взрыв устроен, он очень напоминает наши капли. Почему? Потому что схожи условия, в которых происходят и один и другой «опыты» (наш опыт, правда, мирный).

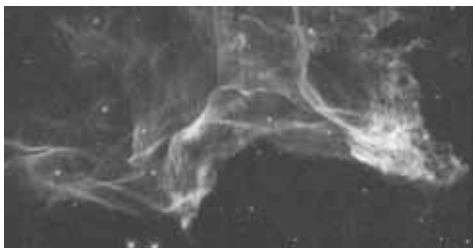


Это фотография ядерного взрыва, сделанного французами в 1968 году на атолле Фанкватауфа.

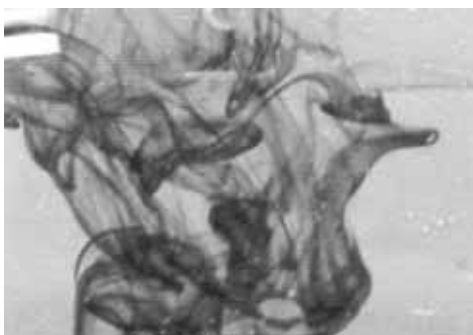
Получается, как будто воздушную каплю «капнули» в банку с холодным воздухом. Эта «капля» начинает подниматься, образуя струю (ножка ядерного гриба) и формируя очень запоминающийся «гриб». Точно по тем же законам, по которым формируется «гриб» на нашей капле в банке воды. Отличается только направление движения: воздух легче и поднимается вверх, капля тяжелее – и опускается вниз.

Таким образом можно проследить движение жидкости и законы образования различных форм.

Мало того, если мы сравним наши капли с фотографиями астрономов, где они стараются запечатлеть далекие галактики, то мы обнаружим много сходства. В далеком космосе блуждают непомерно огромные облака космической пыли, газа. Эти облака иногда натыкаются друг на друга, через них пролетают звезды и галактики. Конечно, все это длится миллиарды лет, но законы остаются одинаковыми, что для капли в банке, что для звездного газа. И астрономы с удивлением обнаруживают почти такие же картинки, что мы получили в обычной банке с водой и каплями туши! Вот фотография взорвавшейся 20 000 лет назад сверхновой звезды, сделана телескопом Хаббл. Звезда выплеснула газовые облака – посмотрите, как похожи эти космические газовые «занавески» на то, что получается в нашей банке через несколько минут после «капания». Я специально поместил эти фотографии рядом – видно, что процессы, идущие в обоих опытах, одинаковы. Только один опыт ставим мы, а другой – Творец Вселенной, наверное.



Это газ от взрыва сверхновой звезды в космосе.



А это следы капли через несколько минут.

Ученые часто создают для изучения каких-то очень больших явлений специальные условия, которые похожи по своей обстановке на эти явления. Например, сложно измерить и понять на летящем самолете, как его обтекают струи воздуха. Тогда делают маленький макет самолета и в лаборатории обдувают воздухом из специального вентилятора. И получают возможность изменять конструкцию самолета, разрабатывать новые модели.

Разве не удивительно?

Разные потоки вокруг нас

Для опыта нам потребуется: обычная свечка.

Если говорить про воздушные и водные потоки, то при всем их многообразии существует два принципиально различных потока. Один тип называется ламинарным, то есть спокойным, а другой – турбулентным, то есть беспорядочным, возбужденным, хаотическим. Простой опыт покажет, чем они отличаются. Если в комнате с закрытыми дверями и окнами, где нет движения воздуха, зажечь и погасить свечу, то от тлеющего фитиля будет подниматься ровный, практически прямой теплый поток дымка. На фотографии видна эта практически прямая, как нитка, струйка дыма. Такой спокойный, не возмущенный ничем поток называется ламинарным. Он хорош тем, что все частицы газа движутся как бы равномерно, без рывков и завихрений. Поэтому, хотя их скорость и невелика, ламинарный поток передает вещество гораздо более эффективно. Например, если бы из крана струя воды шла в виде ламинарного потока, то ведро воды набиралось бы за пару секунд!



Ламинарный поток от тлеющего фитиля. Практически ровная струя. Все окна и двери на моей кухне закрыты, воздух не колыхается, я тихо дышу в сторону, чтобы не создавать колебаний воздуха.



Ламинарный поток превращается в турбулентный.

Но ламинарные потоки встречаются гораздо реже, чем турбулентные. Как только поток жидкости или газа набирает скорость или встречает другие возмущающие потоки, он разбивается на кучу вихревых образований и становится турбулентным. Вместо того чтобы спокойно передвигаться вперед, поток вращается тысячами микровихрей, затормаживая движение. На следующей фотографии отлично видно, как в какой-то момент ровная струйка ламинарного потока вдруг разбивается сама собой, «ломается» и превращается в хаотический набор вихрей...

Турбулентные потоки срываются с крыльев самолетов и из турбин, с краев мостов и зданий, возникают вокруг предметов... Практически они окружают нас всю жизнь, всегда. Только мы их не видим, потому что воздух прозрачен. Однако в научных исследованиях научились делать фотографии воздушных потоков и внимательно изучают их для конструирования автомобилей, самолетов, поездов, других технических приборов и средств передвижения. Мы же смогли увидеть их, используя обычную свечку.

Линза изо льда

Для опыта нам потребуется: воздушный шарик.

В одном из романов великого Жюль Верна путешественники оказались за полярным кругом, в страшном холоде, среди льдин и снегов – без огня! У них не было спичек, зажигалок, даже трением не могли они на морозе добыть огонь. Что делать?

Зная законы физики, они придумали очень занятную штуковину. Взяли большой кусок прозрачного льда, вырезали из него линзу, словно стеклянная линза из бинокля или обычное увеличительное стекло.

Возможно ли такое на самом деле? Я с детства хотел проверить этот опыт, но все никак не мог собраться. И вот придумал, как это сделать просто и быстро. Мне надо было доказать, что ледяная линза увеличивает, может фокусировать свет, как и стеклянная.

Для опыта нам понадобится обычный воздушный шарик. Я надел его на кран и налил воды так, чтобы он стал круглым, но не очень большим, примерно с блюдце в диаметре.



Шарик изо льда, заполненный водой внутри.

Затем завязал горлышко шарика узлом... и положил в морозилку! Стал ждать. Дело в том, что вода в шарике замерзает с краев – внутрь. Поэтому сначала образуется ледяная корка, а внутри шарика еще плещется вода. И надо вынуть шарик, пока еще не весь он промерз насквозь. Потому что мы уже знаем, что иначе лед внутри начнет распиравать верхние слои и шарик треснет.

Все получилось, как и предсказывали законы физики. Я вытащил шарик, когда он промерз примерно на полсантиметра. Внутри видно было, как плавают пузырьки в воде. Посмотрите на фотографию, как забавно он выглядел, когда я содрал с него резиновую оболочку.

Я положил его в раковину на пластмассовую сетку, и на второй фотографии четко видно, что сетка сильно увеличивается, то есть шарик работает как большая линза!



Шарик, лежащий на сетке, – сетка увеличивается!

На фотографии хорошо видно, что пластмассовая сетка через линзу смотрится примерно в четыре раза больше, чем без увеличения. Это означает, что такой шарик из льда увеличивает в четыре раза.

Так что Жюль Верн был прав: из льда действительно можно сделать линзу, которая будет собирать солнечные лучи – и зажигать огонь!

Кстати, я проверил, действительно ли ледяной шарик лопнет, если замораживать его дальше, до конца, насквозь? Посмотрите, как он взорвался изнутри.



Шарик из льда, взорванный изнутри при полном замораживании.

Тем, кто захочет повторить эту вторую часть опыта, надо быть

осторожным – положить шар в мисочку, потому что, когда шарик лопнет, из него вытекут остатки воды и замерзнут на дне морозилки.

Между тем получился еще один красивый опыт. На фотографии отлично видно, как внутри ледяной оболочки располагаются трещины. О чем они говорят?

А они показывают, как распределяется давление и как взрывается изнутри материал, скажем, у наполненной порохом бомбы или ядра. В старину делали ядра из металла, а внутрь насыпали порох и стреляли из пушек. Ядра были круглые. Наш ледяной шарик явился как раз моделью такого ядра. При замерзании на первом этапе сформировалась оболочка – как будто это металлическая оболочка ядра. На втором этапе замерзания лед создает давление изнутри, как будто это взрывается порох. Силы, распирающие оболочку изнутри, рвут материал (лед), и он лопается. Трещины показывают, где разрывающее усилие достигло максимума, стало непереносимым для оболочки. Поскольку лед прозрачный и поверхности этих трещин хорошо видны в отраженном свете, мы можем это увидеть просто своими глазами, без всяких приборов.

Яйцо без скорлупы

Для опыта нам потребуются: куриное яйцо, уксус.

Этот опыт довольно смешной, я сам не ожидал, что он получится. Можно ли так аккуратно очистить сырое яйцо от скорлупы, чтобы не разлить его, а получить «жидкий мешочек»?

Оказывается, можно. И для этого надо воспользоваться растворимостью кальция в уксусе. Все, кто смотрят телевизор, наверняка видели рекламу о необходимости чистить зубы для защиты от кариеса. Так вот, во время еды часто в рот попадают продукты с некоторым содержанием кислоты. Например, кислоту содержат свежие яблоки. Это не значит, что яблоки есть вредно, – полезно! Но надо понимать, как кислота воздействует на зубы.

Возьмем свежее куриное яйцо (пожертвуем для опытов, потому что есть его потом будет нельзя). Нальем в баночку уксуса и положим туда яйцо, так чтобы оно полностью было покрыто уксусом. Только с уксусом, даже слабым, надо работать очень аккуратно, чтобы он не попал в глаза или на руки. Нюхать его тоже не рекомендуется, пары уксуса вредны для слизистой оболочки. Поэтому баночку потом надо будет закрыть плотной крышкой. Мы увидим, что от яйца начнут подниматься мелкие пузырьки. Это уксус начал разъедать кальций, из которого в основном состоит оболочка яйца. При реакции уксуса и кальция образуется и выделяется газ.

Мало того, у меня (я использовал довольно крепкий уксус, эссенцию) скорлупа лопнула изнутри. Произошло это потому, что газ образовывается и внутри скорлупы, накапливается и разрывает скорлупу. Можно оставить яйцо в банке на денек-другой. Это будет зависеть от того, насколько быстро пойдет реакция.

Через день-два вы увидите, что яйцо почти очистилось от скорлупы. Как минимум скорлупа стала мягкой! Поставьте баночку под холодную струю воды, подождите, пока промоется уксус, – и можете доставать «жидкий мешочек»!

Конечно, это яйцо кушать уже нельзя. Уксус проник и внутрь белка и даже немного его сварил химически. Но зато подержать и потрогать такое яйцо без скорлупы очень занятно.

Водяные струи

Для опыта нам потребуется: одноразовый пластмассовый шприц.

Этот простой опыт мы сделаем с помощью обычного медицинского шприца без иголки. Шприц можно купить очень дешево для опыта в любой аптеке – одноразовый, пластмассовый. Устроен шприц просто – внутри пластмассового цилиндрика ходит поршень. Если опустить носик шприца в воду и потянуть поршень, вода будет набираться в шприц. Если же нажать на поршень, то вода с силой вылетит из носика тонкой струей.

Если на носик шприца надеть иголку, то струя будет еще тоньше и вылетать еще дальше. Собственно говоря, вот и весь опыт. Что же в нем такого, что стоило его проводить?

Давайте посмотрим внимательно на то, что произошло. Мы сдвинули поршень чуть-чуть, на полсантиметра или сантиметр. А из носика струя вылетела на метр, а то и дальше! Да еще с большой скоростью. Наш палец при нажатии явно двигался медленнее. Почему же так происходит?

Дело в том, что поршень двигается в широкой части шприца и давит на большую площадь воды. А на выходе шприц сужается. Тому количеству (объему) воды, которое выдавливает поршень при сдвиге на небольшое расстояние, надо «выскочить» через маленькое отверстие за то же время, что двигается поршень. Значит, воде приходится в этом месте бежать быстрее – ровно настолько, насколько отличается ширина шприца в середине и у носика.

Фактически шприц работает «ускорителем». Он позволяет разгонять струю воды до большой скорости.

Интересно, что шприц может работать еще и не только «ускорителем», но и увеличителем силы. Многие видели, как гидравлическим домкратом поднимают кузов автомобиля, когда меняют колесо. Так вот, домкрат – это, по сути, обычный шприц, у которого вместо воды используется масло. Через «носик», то есть через узкую часть, нагнетается масло в широкую. Поскольку давление масла (или воды) в широкой и узкой части одинаково, то можно создавать очень большое давление на поршень через масло. А поршень под этим давлением будет сдвигаться и двигать кузов машины или

другого тяжелого предмета.

Вы спросите, почему бы сразу не создать давление на поршне, без всякого масла и ухищрений? А вот оказывается, что на узкий, маленький поршень можно создать гораздо большее давление, используя одну и ту же силу. Ведь давление тем больше, чем меньше площадь, на которую давим. Это легко запомнить: у иголки площадь острия очень маленькая, поэтому с ее помощью мы можем создать огромное давление. Попробуйте пальцем проткнуть деревяшку хотя бы на полмиллиметра! А иголка войдет легко, хотя мы давим на нее тем же пальцем.

Поэтому в домкрате (а это, по сути, как мы помним, наш шприц) в узком месте создается большое давление и передается через масло на широкую часть!

Вот такие непростые законы таятся в обычном медицинском шприце. А чтобы прибор не пропадал зря, можно сделать мишень и пострелять в нее водой на меткость!

Весенняя капель из карандаша, или Чем отличается скрипка от гитары

Для опыта нам потребуются: любой деревянный карандаш, булавка с головкой.

Существуют самые разнообразные музыкальные инструменты. Дудки, барабаны, гитары, рояли... Человек изобрел первые инструменты сотни тысяч лет назад, барабана по пустым стволам деревьев и натягивая жилы животных на палки. Попробуем и мы сделать свой маленький музыкальный инструмент из булавки и карандаша! А заодно познакомимся с некоторыми интересными физическими законами.



На фотографии: карандаш с воткнутой под прямым углом булавкой – инструмент для создания звука капли.

Возьмем обычный карандаш и воткнем в него перпендикулярно (то есть под прямым углом) обычную булавку. Все!

Как теперь на этом инструменте играть? У нас получился специальный, супермузыкальный инструмент, который издает звук капли воды, падающей с высоты.

Возьмем карандаш за кончик и слегка стукнем, как бы соскользнем булавкой об угол любого твердого и массивного предмета, например об угол стола. На фотографии показано стрелками, что надо ударить легонько вниз и сдвинуть на себя. Если сразу не получится, посмотрите внимательно на фотографию еще раз: держать наш инструмент и ударять им о край стола нужно именно так, как там показано.



Стрелки показывают, что надо сверху мягко коснуться (слегка стукнуть) по острому краю твердого стола и потянуть при этом на себя карандаш.

Мы услышим мягкий, почти мяукающий звук падающей капли! В свое время на уроках мы «капали» таким инструментом, немножко, так сказать, безобразничали. Было очень смешно (многое смешно в третьем классе). Учительница удивлялась – вроде бы погода сухая, а где-то капает вода... Но лучше так не делать – я получил хороший нагоняй (когда был раскрыт) и от учительницы, и от родителей... И даже не скажешь, что наука требует жертв.

Между тем в этом простом инструменте скрываются очень интересные законы. Что представляет собой наш инструмент? Булавка – это просто металлический стержень, жестко закрепленный с одного конца. Если по нему ударить, как и в гитарной струне, в нем образуются колебания, которые передаются в воздух, и мы слышим их как звук. Но почему этот звук «мяукает», почему он изменяется по высоте?

Дело в том, что высота, тональность звука зависит от длины стержня (или струны). Так, гитаристы изменяют тональность звука, зажимая пальцами лады, прижимая струну к деревянному грифу. Струна становится то короче, то длиннее – и поэтому звук изменяет свое звучание. Кстати, специальные металлические «порожки» на гитарном грифе нужны как раз для того, чтобы струна прижималась всегда в строго определенном месте и давала звук точно отмеренной высоты. На скрипке, скажем, таких порожков нет, поэтому из скрипки можно извлечь звуки буквально любого тона, в этом принципиальное отличие скрипки от гитары.

Когда мы при ударе «скользим» булавкой по краю стола, этот край представляет собой как бы такой «порожек», или палец скрипача,

зажимающий струну. Он «бежит» вдоль металлического стержня, при этом звучащая часть (между краем и свободным концом булавки) становится короче, тональность звука повышается – и мы слышим «мяуканье».

Видно, капля воды при падении тоже изменяет свою форму при ударе таким образом, что звук от удара повышается за короткое время, поэтому звук от булавки и капли похож.

Вот такой у нас получился инструмент!

Телескоп из очков

Для опыта нам потребуются: очки дальнозоркого человека, очки близорукого человека.

Звездное небо прекрасно! Между тем большинство городских жителей видят звезды очень редко и, наверное, поэтому не знают их. Есть такое понятие – «световое загрязнение атмосферы». В городах оно очень сильное, слабые звездочки проблескивают через сияние огней... Но тем не менее, когда горожане попадают в деревню, в лес, на природу, они восхищаются звездами. Особенно яркие звезды в тропиках, кажутся просто висящими фонарями.

А люди с древности интересовались звездами, придумывали в небе разные фигурки и мифы про звездных жителей. Звезды помогали найти путь в морях и океанах, в пустынях и лесах.

Чтобы разглядеть небо лучше, придумали телескоп. Сейчас телескоп (если есть деньги) можно купить в магазине. Однако раньше это себе позволить было нельзя. Не было таких магазинов! И ученые, такие знаменитые, как Галилео Галилей, Ньютон, Тихо Браге и много других, сами изготавливали себе телескопы из стеклянных линз. Первые телескопы были ужасно примитивными, очень простыми и, на наш современный взгляд, даже смешными. Ну посудите сами, одна из линз висела на длинной веревке или прикреплялась к шесту, а с другой ученый бегал по земле так, чтобы на несколько секунд уловить изображение планеты или звезды! Но такие телескопы позволили открыть кольца Сатурна, пятна и полярные шапки Марса, обнаружить атмосферу на Венере – и все это с Земли! Скажем, когда Михаил Ломоносов на короткое мгновение увидел, что Венера, «утренняя звезда», проходя на фоне Солнца, на секунду озарилась «сиянием», сделал правильный вывод – это светится атмосфера вокруг планеты!

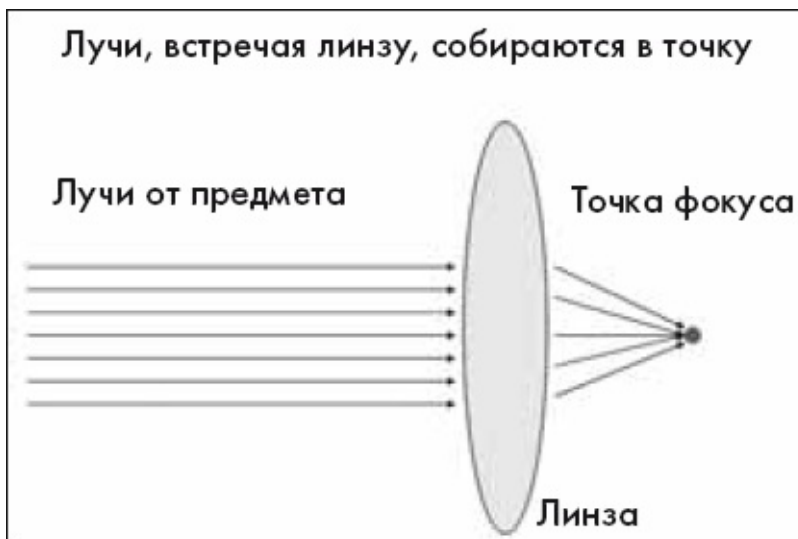
Мы можем сделать простой опыт – сделать из подручных средств самый простой телескоп прямо дома, в квартире.

Для этого нам понадобятся очки – одни от близорукого человека, другие – от дальнозоркого. Обычно у пожилых людей развивается дальнозоркость, так что эти очки надо выпросить у бабушки или дедушки.

А «близорукие» очки часто носят молодые люди или люди среднего возраста. Скорее всего это мама, папа, старший брат или сестра.

Давайте посмотрим, как идут лучи в простейшем телескопе.

Лучи от предмета обычно идут прямо, параллельными линиями. Они наталкиваются на линзу и поворачиваются. Почему они поворачиваются, я еще поясню позже – пока просто поверьте. Лучи собираются в точку, если поверхность линзы правильно выточена, имеет нужную форму (см. рисунок).



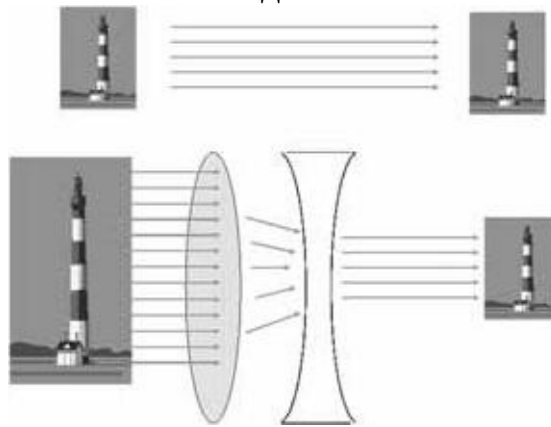
Это собирающая линза, та, которая бывает в «близоруких» очках. А если сделать линзу другой формы? Получится, что лучи будут рассеиваться.

А теперь что будет, если мы перед глазом поставим рассеивающую линзу, а потом собирающую? На рисунке я постарался пояснить, что произойдет.



Наш глаз находится справа и смотрит без всяких линз. Лучи света от предмета (маяк) идут прямо, и мы видим ровно такую же высоту, какая есть «на самом деле». Понятно, что опыт и бинокулярное зрение (то, что у нас два глаза) подсказывают нам, какой высоты и на каком расстоянии находится этот маяк. Затруднений нет.

А теперь поставим линзы – одна соберет лучи «в кучку», а вторая рассеет. Но мы подберем расстояние между ними и их форму так, чтобы при рассеивании в конце концов лучи шли опять параллельно друг другу и прямо. И окажется, что маяк для создания «такого же» изображения должен быть как бы существенно выше! И глазу кажется (и мозгу вместе с ним), что башня выше, чем она «на самом деле».



А теперь уже опыт!

Берем и надеваем очки для близоруких, с рассеивающей линзой. Видно плохо, в тумане (если только у вас нет близорукости). Если близорукость есть, наденьте собственные очки, ничего страшного. Физика не подведет. Теперь возьмите в руку очки для дальнозорких и посмотрите через них, держа их на вытянутой руке. Вы увидите, что предметы кажутся больше! Я сделал фотографию, надев «близорукие» очки прямо на фотоаппарат. Видно, что картинка на стене кажется увеличенной почти в два раза! Она немного нерезкая, но это потому, что телескоп у нас уж больно примитивный. Зато мы теперь понимаем устройство простейшего телескопа!

Чтобы картинка стала резкой, надо менять расстояние между линзами и подобрать такое, когда изображение будет в фокусе. Для этого у всех подзорных труб и телескопов есть возможность изменять такое расстояние – винтами, втулками и так далее.



Чтобы сделать это фото, я надел одни очки прямо на фотоаппарат, а через вторые фотографировал. Видно, что висящая на стене картина через стекло вторых очков видна почти в два раза большей. Это модель простейшего телескопа.

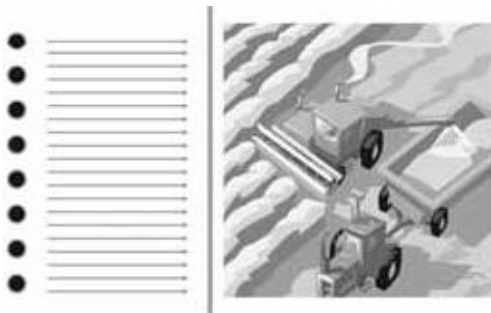
Осталось еще понять, почему же поворачивает свет в стекле? Об этом в следующей главе.

Почему луч поворачивает в стекле, или Как работает линза?

Сейчас я поясню, почему стекло преломляет свет, то есть почему лучи «поворачиваются», изменяют свое направление, попадая в линзу или призму. Сразу надо сказать, что лучи поворачиваются или преломляются не всегда. А только если попадают на стекло под некоторым углом.

Давайте представим себе очень простую картину. По хорошей асфальтовой площади идет быстрым шагом, сохраняя строй, ряд солдат. Я нарисовал их кружочками на рисунке. Они стараются и держат строй, направление фронта, или линия строя ровная, и все хорошо. И тут прямо перпендикулярно движению солдат попадаете край пашни, в которой вязнут ноги, и все солдаты начинают идти в два раза медленнее, увязая в глине. Что произойдет с направлением строя? Да ничего. Все одновременно наступят на край пашни и все одновременно станут двигаться медленнее.

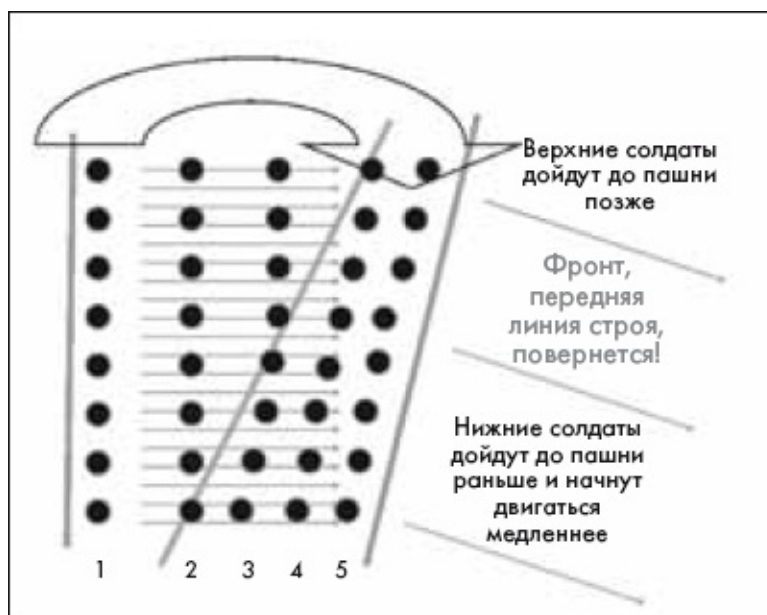
Как на рисунке.



Но представим теперь, что край пашни попался не ровно по линии строя, а под углом! Что произойдет?

Произойдет занятная вещь. Каждый солдат будет продолжать двигаться в том же направлении, что и двигался. Но одни солдаты (внизу рисунка) попадут на пашню раньше, а другие – позже. И окажется, что часть солдат уже увязла и движется медленнее, а другие еще идут быстро! Так что линия фронта, или передний ряд, образованный солдатами, как бы начнет поворачиваться!

На рисунке мы видим, что солдаты внизу, наткнувшись на границу пашни, стали двигаться медленнее, теперь за одно и то же время они проходят вдвое меньшее расстояние, чем солдаты, которые продолжают идти по асфальту. И фронт повернулся.



Что же происходит в стекле со светом? Когда луч света (фронт) попадает на стекло, он начинает двигаться медленнее, потому что скорость света в воздухе выше (это как асфальт для солдат), чем в стекле (это как вязкая пашня). И свет поворачивает свой «фронт», луч его преломляется!

Понятно теперь, что чем больше разница в скорости движения света между двумя веществами, тем сильнее поворачивает луч.

Теперь мы можем понять, как устроена линза, и проделать занятный опыт – своими собственными глазами увидеть, как преломляются лучи!

Выпуклая линза, которая действует как увеличительное стекло, устроена так, что проходящие по центру лучи (если линза стоит перпендикулярно лучу) встречают стекло «перпендикулярно» и не поворачиваются. Но чем дальше от центра линзы, тем больше наклон стекла и тем сильнее поворачиваются (преломляются) лучи! Поэтому они все рано или поздно пересекутся в одной точке.

Так что везде, где есть разница в скорости света (это называется «граница сред»), лучи поворачивают. Например, знаменитый мираж в пустыне, когда кажется, что прямо на горячем песке появляется вода, происходит оттого, что скорость прохождения света в горячем воздухе отличается от скорости прохождения в холодном. Лучи поворачивают, и мы видим... небо. Нам кажется, что в песке озеро – а это мираж.

Попробуйте, лежа на пляже, посмотреть на пейзаж вдаль над песком в жаркий день. Вы увидите, как дрожит воздух, – так же дрожит он над костром или нагретой плитой. Это лучи, попадая в завихрения с разной температурой, «пляшут» и изгибаются в разных направлениях, работая как

воздушная линза.

Сгибание бумаги силой воли

Для опыта нам потребуется: тонкий листочек бумаги.

Это очень простой опыт, который показывает, как предметы реагируют на изменение влажности окружающей среды. Что такое влажность, скажем, атмосферы? Это, если очень упростить, количество воды в воздухе. Вокруг нас летают множество маленьких капелек и даже молекул воды. Они такие маленькие, что глаз их не видит. Но они есть. Когда их становится слишком много, например, в бане, то на более холодных предметах они оседают в виде росы.

Можно ли увидеть прямо своими глазами действие этих капелек, молекул? Убедиться, что они действительно существуют?

Продедаем простой опыт. Возьмем достаточно тонкий листочек бумаги, небольшой по размерам. Положим на сухой стол. Листочек как лежал, так и будет лежать. С ним ничего не происходит. На листочек со всех сторон воздействует одинаковый по влажности воздух.



Листок бумаги изгибается «силой воли»... Вы увидите, что листочек начнет изгибаться! Как на фотографии, где мой внук Женя держит бумажку на ладони и «гнет» ее силой воли.

А теперь пустим струю очень теплой воды, намочим руку, подержим чуть подольше, чтобы рука нагрелась и стала мокрой. Быстро вытрем руку полотенцем, чтобы воды на ней не было, но она еще оставалась чуть влажной. Положим на ладонь этот листок и будем на него просто смотреть.

Что же происходит в нашем опыте?

Остатки воды испаряются с нагретой руки и повышают влажность между ладонью и листком. Вода, невидимая глазу, впитывается в бумагу. Бумага же делается в основном из дерева, тонко-тонко перемолотого. Та сторона бумаги, которая обращена к ладони, набухает – как набухает кусок дерева, брошенный в воду. Недаром бочки после изготовления, лодки, топоры кладут в воду – чтобы дерево набухло и прочнее держалось, чтобы исчезали щели или прочнее держалась деревянная рукоять топора в железе. Набухая с одной стороны, бумага расширяется и заставляет изгибаться весь листок! Вот и вся физика. Просто и эффектно.

Можно даже показать красивый и простой фокус. Выйти из ванной, где рука будет «подготовлена» (нагрета, намочена и вытерта), и заявить, что силой мысли вы заставите сворачиваться листок бумаги на ладони. Положить листик на руку и делать вид, что вы его «гипнотизируете». Физика проделает фокус за вас!

Еще раз про силы сцепления

Для опыта нам потребуются: два кусочка стекла или два маленьких зеркальца.

Мы помним, как иголка плавала на воде в одном из наших опытов. Помогали ей плавать силы поверхностного натяжения. Но вот вопрос: можно ли почувствовать силу взаимодействия атомов, понять, насколько она велика? Давайте сделаем простой опыт, в котором мы буквально ощутим, насколько сильны атомарные силы, с какой мощностью приходится сталкиваться, когда в действие вступают силы притяжения атомов между собой.

Для этого нам понадобятся два кусочка стекла. Чтобы не порезаться, лучше всего взять два маленьких зеркальца – у них края не такие острые и, кроме того, они достаточно толстые для опыта. Но могут подойти и просто два небольших кусочка оконного стекла, только надо аккуратно с ними обращаться. Стекла должны быть чистые, лучше всего их сначала промыть с мылом.

Намочим стекла обычной водопроводной водой. Положим одно стекло на другое. Теперь попробуем оторвать одно стекло от другого пальцами.

Оказывается, сдвинуть вбок стекло очень легко, а вот оторвать – для этого нужны довольно значительные усилия!

Дело в том, что плоскости стекол достаточно ровные и между ними пролегает тонкий слой воды. Вступают в действие силы сцепления – атомы притягивают друг друга, и возникает даже для двух небольших кусочков стекла очень большая сила сопротивления «отрыву»!

Ученые используют атомарные силы, подобные проявившимся в нашем опыте, для различных процессов. Например, есть метод холодной сварки металлов. Поверхности двух металлических деталей обрабатываются так, чтобы очень точно прилегать друг к другу. Делается эта обработка без доступа воздуха, чтобы поверхность металла не окислялась, то есть не возникала защитная пленка из окисленного металла на поверхности.

После этого достаточно приложить друг к другу две детали так, чтобы поверхности совпали, и плотно прижать – атомы двух поверхностей

притягиваются с такой силой, что образуют практически единый кусок. Детали «свариваются» без всякого нагрева, клея, как бы сами собой!

Прямо как наши кусочки стекла – только наши хотя бы сдвинуть вбок можно, потому что жидкий слой воды между стеклами все-таки сохраняет свои свойства текучести.

Как отличить подделку, или О состоянии вещества

Для опыта нам потребуются: кусочек янтаря или канифоли, кусочек пластмассы, иголка.

Есть сложные способы отличить состав вещества, обычно это уже даже не физика, а химия. Определить, из чего состоит вещество, часто бывает нужно – в работе милиции, чтобы поймать преступника. В работе археолога, чтобы понять, из чего наши далекие предки делали свои вещи. В работе искусствоведа, чтобы понять, не подделка ли ему попалась... И еще антиквары и ювелиры часто должны определять, из чего состоит украшение.

Самый первый исторический анекдот про подобную задачу известен еще со времен великого физика Архимеда. Архимед, древний грек, по заданию царя пытался определить, не подмешали ли в золотую корону других сплавов – и открыл знаменитый закон Архимеда. Но про это много где написано.

А вот как определить, из янтаря ли сделано украшение или из пластмассы? Здесь нам на помощь тоже приходит физика. Дело в том, что отрезать от украшения достаточно большой кусок никто не даст. Это испортит саму вещь. Но мы знаем, что вещество может быть в нескольких физических состояниях – например, жидком, твердом, газообразном, плазменном... Например, вода в твердом состоянии – лед, а в газообразном – пар.

Так вот, вещество в твердом состоянии занимает сравнительно небольшой объем. Если же оно переходит в газообразное состояние (пар), то объем вещества стремится увеличиться до очень больших пределов.

Если газообразное вещество ничто не сдавливает (например, другой газ или стенки сосуда), то в принципе оно может расширяться до бесконечности. Причем отдельные молекулы газа летают со скоростью ружейной пули!

Если бы молекулы газов не стукались друг об друга и не тормозили из-за этого, мы бы чувствовали запах пролитых духов за двести метров через одну секунду!

Так вот, это самое свойство веществ находиться в разных состояниях используют иногда антиквары (специалисты по старым вещам) и ювелиры для определения, из янтаря сделано ли украшение или это подделка из пластмассы.

Как это делается? Накаляется тонкая иголочка, и этой раскаленной иголкой слегка касаются янтаря там, где это незаметно на украшении (например, снизу, у металлического ободочка).

И нюхают!

Микроскопическое количество вещества переходит в газообразное состояние, расширяется и попадает в нос к ювелиру. Если это пластмасса, запах неприятный – все знают, как пахнет горелая пластмасса. А если янтарь – запах приятный, как от горячей смолы.

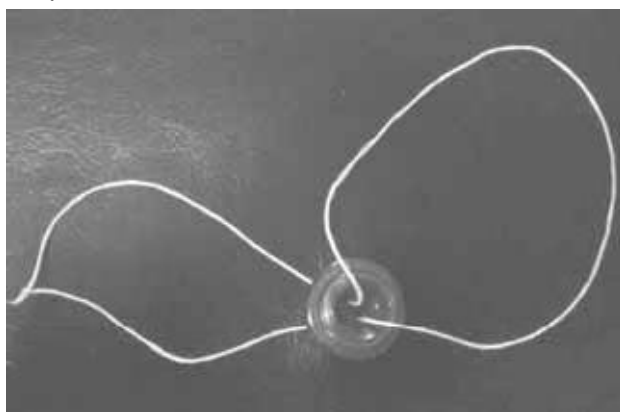
Мы можем заменить янтарь обычной канифолью. Она продается в магазинах для паяльников. Если нагретой иглой (иглоку можно нагреть на свечке, только брать ее надо щипцами, чтобы не обжечься) дотронуться до кусочка канифоли, то мы почувствуем приятный «смоляной» запах. А если до кусочка пластмассы, например от старой игрушки, – то неприятный. Так состояние вещества позволяет отличить один материал от другого!

Пуговица-жужжалка

Для опыта нам потребуются: большая пуговица, веревочка или длинный шнурок.

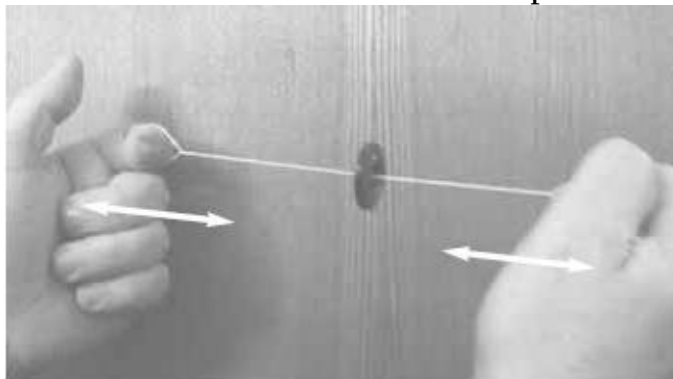
Это старинный забавный опыт, в котором работают силы инерции, силы упругости и даже аэродинамические силы – все вместе! А показывал мне его еще мой дедушка.

Сам опыт очень прост. Берется большая – чем больше, тем лучше – пуговица, и через ее дырочки продевается веревочка, которая завязывается так, чтобы получилось веревочное кольцо. Ниточку лучше взять подлиннее. Так лучше «жужжит».



На фотографии видно, что обычная веревочка просунута в дырочки пуговицы. Лучше брать пуговицу с двумя дырочками.

Теперь, собственно, как сделать из этого прибора жужжалку? Продеваем указательные пальцы в петли по бокам и закручиваем пуговицу так, чтобы веревочка свилась на много-много оборотов. Как на фотографии.



На фотографии я растягиваю и сажу руки, а пуговица жужжит и жужжит... пока нитка не порвется!

Теперь начинаем аккуратно тянуть веревку в стороны, плавно, без особых усилий. Пуговица начнет крутиться, все быстрее и быстрее. В тот момент, когда веревка раскрутится и начнет заворачиваться в другую сторону, перестанем тянуть, немножко сведем руки. Только не слишком сильно, чтобы веревка была все время чуть-чуть натянута (а то она просто спутается). Когда пуговица завернет веревочку в другую сторону и начнет останавливаться, опять потянем в разные стороны. Пуговица начнет раскручиваться в другую сторону. И так до бесконечности. Мы потихонечку то тянем в стороны, то ослабляем натяжение – а пуговица крутится туда-сюда.

Если веревочка достаточно длинная, а пуговица большая и тяжелая, то при вращении она издает приятный жужжащий звук, словно немножко фырчит! Вот и готова жужжалка.

Что же происходит?

Когда мы тянем закрученную веревку, мы заставляем ее раскручиваться, веревка передает свою энергию пуговице, и вся система начинает вращаться. Это работают силы упругости – помните закон Гука, который мы изучали на шарике? Когда веревка раскрутится, в действие вступают силы инерции. Пуговица продолжает движение и уже сама начинает работать как мотор, закручивая веревку в другую сторону.

Ну, а воздух, обтекающий вращающуюся пуговицу (это аэродинамические силы), завихряется в дырочках, и возникают волны, звук. Мы слышим глухое жужжание!

Так, кстати, в древности выделявали ремни. Подвешивали на петле из кожи большой, тяжелый камень и закручивали. Камень начинал вращаться под действием сил инерции туда-сюда, растягивая и напрягая кожу. Кожа от этого разминалась и становилась мягкой и пригодной для изготовления хороших ремней!

А еще на подобном принципе была устроена одна из страшных разрушительных машин древности, катапульта. Частью ее устройства были скрученные ремни или веревки, которые, раскручиваясь, передавали свою энергию вылетающему из катапульты камню... Вот так по-разному можно использовать один и тот же физический прибор.

Бумеранг за пару часов

Для опыта нам потребуются: две деревянные линейки по 50 см, напильник, клей, инструмент, чтобы просверлить дырочки в линейках, прочные нитки.

Мало кто имел возможность бросать настоящий бумеранг, который правда возвращается. В магазинах иногда продают пластмассовые бумеранги, только чаще всего они как-то плохо летают. А когда пытаешься сделать бумеранг по чертежам из серьезных книжек, то оказывается, что надо вырезать сложные профили, что-то непонятно настраивать... И вообще мало кто объясняет, а почему же он возвращается.



На фото: я не дую, бумажка свисает вниз как язык.

Мы попробуем сочетать приятное с полезным. Обещаю, что бумеранги, сделанные по моей технологии, будут хорошо летать и возвращаться. Между тем материалы, которые нужны для их изготовления, – две деревянные линейки по пятьдесят сантиметров, которые продаются в любом канцелярском магазине, да напильник. Ну, клей еще. Все! И ничего сложного. Мало того, когда сделаешь свой собственный бумеранг и будешь при этом четко понимать, что происходит при его броске, то можно сознательно, с умом изменять его параметры, делать разные бумеранги, а не делать что-то вслепую, методом проб и ошибок. Поэтому я сначала дам достаточно подробно пояснения, а потом расскажу, как сделать сам бумеранг. Кто нетерпеливый, все равно прочитайте пояснения, потерпите – и заодно воспитывайте силу воли!

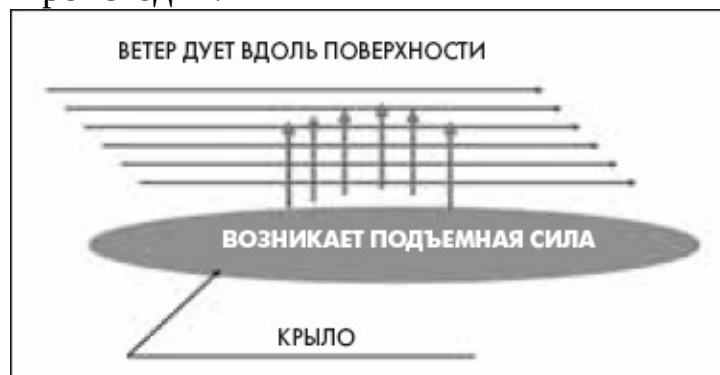
Итак, давайте поймем, почему бумеранг возвращается. Для этого начнем с простого опыта. Возьмем полоску бумаги шириной один-два сантиметра (отрежем край от газеты). Поднесем ко рту, пусть свисает как язык.

Если теперь подуть сильно вдоль бумажки поверху, то она вдруг «притянется» к струе и выпрямится, будто язык выпрыгнул вверх и вперед.



Но стоит мне подуть вдоль бумаги, как она поднимается вверх!

Почему так происходит?



В свое время физики (например, великий Бернулли) заметили, что если поток жидкости или газа дует вдоль поверхности предмета, то он как бы присасывает предмет к себе. Причем чем быстрее движется газ, тем больше эта сила.

Но это если предмет обтекает воздух с одной стороны. А давайте рассмотрим, что будет, если предмет обтекается с двух сторон. Предположим, что с одной стороны предмет прямой, а с другой – выгнут углом или по дуге. Воздух разорваться не может, поэтому, набегая на предмет и обтекая его с двух сторон, потоки должны обежать его за одно и то же время. Получается, что сверху воздуху надо бежать быстрее!

А значит, что с этой стороны сила будет больше и предмет начнет «притягиваться» в ту сторону, с которой он больше искривлен.

На этом основана работа всех самолетных, вертолетных и прочих крыльев.

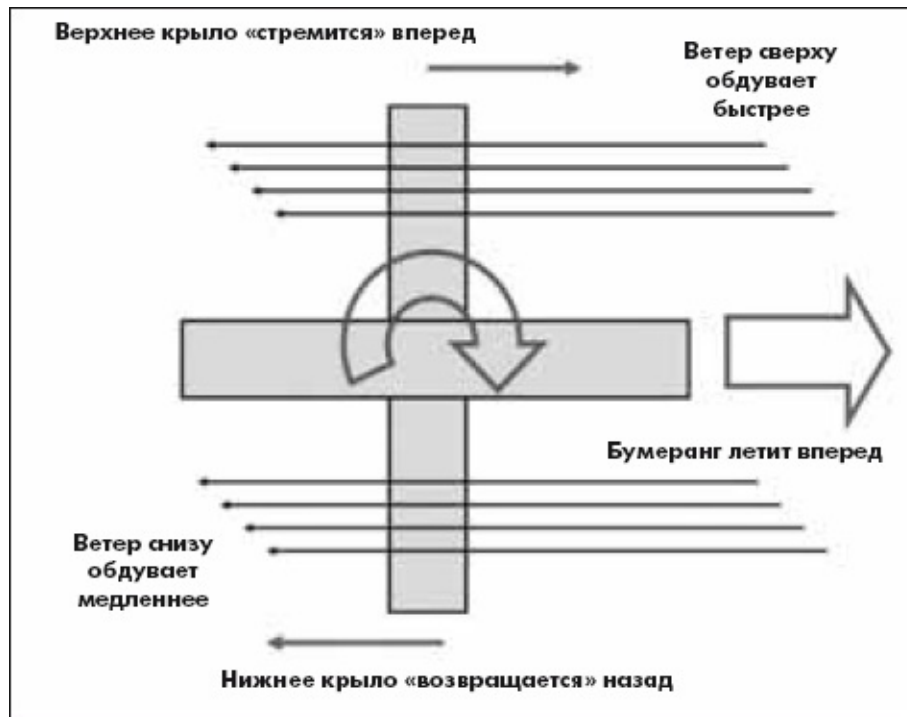


Я условно нарисовал крыло в виде треугольника – это крыло в разрезе. Если вы приглядитесь к любому самолетному крылу, вы увидите, что сверху оно выпуклое, а снизу – ровное. Таким образом, когда самолет разгоняется и крылья начинают обдувать воздух, сверху крыло как бы «присасывается» к воздушному потоку, возникает подъемная сила.

Почти все думают, что, когда самолет разгоняется, набегающий поток воздуха «подталкивает» его снизу крыльев и он «опирается» на воздух. А вот и наоборот! Самолет присасывается крыльями к воздуху сверху! Словно кто-то гигантской присоской держит его за крылья.

Теперь уже мы достаточно знаем, чтобы перейти к бумерангу.

Обычно бумеранг изображают в виде кривой деревяшки, напоминающей букву «Г». Такие делали австралийские и египетские охотники и бойцы в древности. Мы сделаем гораздо более простой, но точно так же возвращающийся крестообразный бумеранг. Представьте себе обычный ровный крест из дерева как вертолетный винт, при этом все «лопасти» представляют собой крылья. То есть сверху они выпуклые, а снизу – плоские. Если такой винт будет вращаться, то возникнет подъемная сила, которая будет притягивать бумеранг и сдвигать его в сторону выпуклой стороны. Давайте рассмотрим схему.



Бумеранг бросают вперед так, чтобы он летел в вертикальном положении, чтобы он словно колесо «катился» в воздухе. Как колеса не ездят «лежа», так и бумеранг должен «катиться» вперед. Он и вращается, и одновременно передвигается по горизонтали по направлению к цели. Я показал двумя большими стрелками, что бумеранг вращается и движется вперед. Мы смотрим на него как бы сбоку (его бросили мимо нас слева направо).

Смотрите, что происходит. Нижнее крыло бумеранга всегда будет за счет вращения как бы «возвращаться» назад, и скорость его относительно воздуха будет небольшой. У колеса тоже та точка, которая прикасается к земле в данный момент, неподвижна (иначе бы шины мгновенно стирались). А вот верхнее крыло, наоборот, движется быстрее, потому что его скорость складывается из скорости движения центра (всего) бумеранга и скорости вращения.

Из всей этой запутанной картины нам ясен очень простой вывод: верхнее крыло обтекается быстрее воздухом, чем нижнее! Все!

Что из этого следует? Что на верхнее крыло начнет действовать сила больше, и бумеранг начнет поворачиваться в воздухе. На него как будто бы надавили невидимым пальцем так, что его верхнее крыло начнет отклоняться в сторону выпуклой стороны.

И тут начинается самое интересное! Это все мы описывали так называемые аэродинамические силы. Это силы, которые возникают в

потоках газов. А есть еще другие силы, которые тоже вступают в игру. И здесь мы опять должны для понимания познакомиться с таким занятным прибором, как гироскоп.

Все в детстве играли с волчком. Крутишь его – и он стоит на кончике! И какие-то загадочные силы удерживают его от падения. А остановится – и падает.

У наших предков, кстати, была занятная игра – «кубарик». Из дерева вырезали волчок, раскручивали его. Для этого на него наматывали веревочку и дергали ее, придерживая кубарик пальцем. Кубарик раскручивался и стоял на кончике. Чтобы он не падал, его подстегивали маленьким кнутиком. Задача была заставить кубарик крутиться как можно дольше.

А ученые придумали прибор, состоящий из волчка (металлического обычно), который закреплен в специальных рамках и может вращаться свободно в любом из направлений. Посмотрите, на фотографии лабораторный гироскоп, доставшийся мне в наследство от моего папы, – этот гироскоп участвовал в создании систем наведения для первых советских ракет!



Настоящий лабораторный гироскоп. Стрелками показаны рамки.

Видно, что в центре – волчок, он может вращаться. Он закреплен в круглой рамке, которая в свою очередь закреплена еще в одной рамке – а та, в свою очередь в третьей. Я показал их стрелками.

Если быстро-быстро раскрутить волчок (в настоящих гироскопах это бешеные скорости, например двадцать тысяч оборотов в минуту!), то он будет сохранять свое положение в пространстве. Как ни крути гироскоп за внешнюю рамку, а ось волчка будет всегда показывать в одном и том же направлении.

Но если при этом надавить (пальцем) на одну из рамок, волчок начнет поворачиваться. Его движение описывается очень сложными уравнениями Эйлера (очень умный был физик). Но для нас важно, что, если на вращающееся тело начать прикладывать со стороны силу, это тело начнет поворачиваться.



Движения рамок и гироскопа описываются уравнениями Эйлера третьей степени. Но бумеранг мы обязательно сделаем!

Например, если волчок вращается, как на картинке по стрелке, слева направо и мы надавим на вторую рамку справа налево, то неожиданно первая рамка гироскопа начнет поворачиваться вниз! Совсем не в том направлении, в котором мы давим на другую рамку.

Правило простое, несмотря на все сложные уравнения Эйлера: поворачивается гироскоп всегда так, чтобы все рамки совместились и приложенная сила оказалась совпадающей с направлением вращения, как бы помогала крутиться волчку. Но это так, для тех, кому интересно.

Представим же теперь, что этот гироскоп – летающий. А ведь наш бумеранг и есть вращающийся волчок! Только рамок у него нет, да они ему и не нужны – ведь он во время полета свободно висит в воздухе, так что ведет он себя словно настоящий волчок гироскопа, подвешенный в рамках.

Ну вот, мы добрались почти до конца теории.

Мы помним, что на верхнее крыло нашего бумеранга действует опрокидывающая сила. От этого вращающийся бумеранг начнет не заваливаться набок, как можно было бы ожидать, а как настоящий гироскоп

начнет прямо в воздухе заворачивать налево! То есть поворачиваться так, чтобы действующая на него сила действовала в том же направлении, что и вращение бумеранга. Но при этом на него все так же будет действовать опрокидывающая сила, ведь, поворачивая, бумеранг начинает двигаться немножко в другом направлении, – и все повторяется, он опять чуть-чуть повернет налево и так далее.

И бумеранг начнет описывать красивый круг, постоянно поворачивая налево!

При этом постепенно скорость вращения самого бумеранга будет падать, разница между скоростью верхнего и нижнего крыла будет все меньше, и бумеранг перестанет вести себя как гироскоп. Что при этом произойдет? Он начнет помимо поворота налево еще и заваливаться набок – и вернется к нам в руки, уже просто вращаясь в воздухе, как лопасти вертолета, «лежа» в горизонтальном положении! Все!

Уф, а теперь – кто дочитал – за дело! Сделаем быстренько хороший, возвращающийся бумеранг.

Как я и говорил, надо взять две обычные деревянные линейки сантиметров по пятьдесят длиной. Их обычно делают из сосны, точно так же, как детали первых самолетов. На фотографии видно, как надо расчертить эти линейки для обработки. Обе линейки обрабатываются совершенно одинаково. В центре оставить квадратик. В этом месте они будут склеиваться друг с другом. Квадратик, естественно, должен быть шириной с эту же линейку.

Затем вдоль крыла проводится линия, отступающая на одну треть сверху с правой стороны и на одну треть снизу – с левой стороны. Как на фото.



На фотографии: линейки расчерчиваются для обработки вот так.

На следующей фотографии центральная часть дана более подробно.



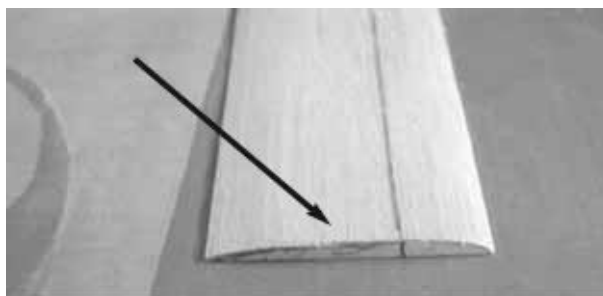
Так надо расчертить оба крыла бумеранга. На фото – средняя часть.

Видно, как отходят от квадрата в центре две линии. Мы будем обрабатывать напильником поверхности так, чтобы они «опускались» от нарисованной линии к краям линейки. Таким образом, у правого крыла бумеранга передняя часть будет более «тупая», а сзади будет пологий «спуск». На схеме это видно. Нижняя сторона не обрабатывается вообще. Она должна быть плоской.

Я так подробно описываю все это, чтобы опыт точно получился.

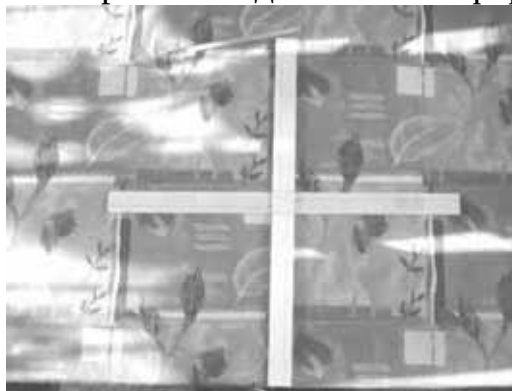


А вот я сфотографировал, как это уже получилось после обработки напильником. Повторяю, высокая точность здесь не нужна, главное, чтобы более-менее гладко было обработано. Видите, я просто закруглил края. Один более круто, другой более полого.



На фото виден профиль крыла бумеранга. На самом деле поверхность должна просто быть более-менее выпуклой, а нижняя сторона – плоской.

Если теперь сложить эти обработанные линейки, то мы получим крест, каждое крыло которого совершенно одинаково по форме.



Так будет выглядеть бумеранг после склейки. Только уголки закруглим.

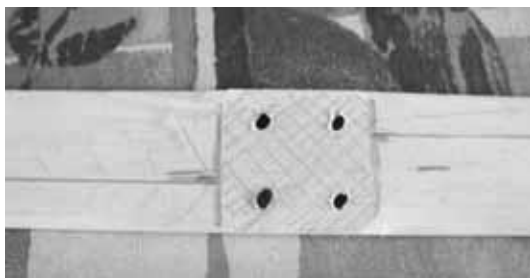
Теперь надо обязательно закруглить уголки у крыльев. Это не имеет отношения к аэродинамике. Просто иногда бумеранг попадает в полете не туда, куда надо, и лучше, если вращающийся винт стукнет гладким, а не острым. Страшного ничего нет, бумеранг слишком легкий, чтобы действительно что-то повредить. А вот боевые бумеранги, которые в размере больше метра и делаются из твердого дерева, легко позволяли охотникам убивать таких крупных зверей, как кенгуру!



На фотографии видно, что я скруглил уголки на концах крыльев

бумеранга. На всякий случай, для безопасности.

Теперь еще верхнюю поверхность надо обработать шкуркой (наждачной бумагой). Сверхгладкой поверхности не надо, надо убрать зазубрины от напильника. Все равно потом еще покрасим бумеранг, это сгладит неровности.



Проще всего сшить крылья нитками, предварительно склеив.

Что мы делаем дальше? А мы в центральном квадрате просверливаем четыре дырочки в обеих линейках. Склеиваем так, чтобы дырочки совпали (я пользуюсь обычным «быстроклеящим» клеем). А после склеивания обе линейки сшиваю обычной ниткой, будто пришиваю пуговицу. Наматываю побольше ниток и заливаю клеем. Все. Бумеранг почти готов! В принципе его уже можно кидать! На фотографии видно, как я сшил две линейки. И видно необработанную сторону бумеранга. Видите, я ее даже не трогал – не обрабатывал никак. После покраски, конечно, цифры пропадут, и все станет красиво.



Бумеранг просто сшивается, предварительно надо склеить крылья, а потом промазать клеем нитки для надежности.

Тем, кто хочет больше заниматься бросанием бумеранга и меньше его поисками, рекомендую покрасить бумеранг краской. Сгодится любая водостойкая краска, например из аэрозольных баллончиков. Но я, например, красил гуашью и сверху покрывал тонким слоем лака.

Помимо красоты и улучшенной аэродинамики, это еще и придает

дополнительную крепость бумерангу. Особенно если покрыть лаком.

Как же его бросать? Я сделал несколько фотографий.



На фотографии видно, что бумеранг держат вертикально и бросают ровно вперед. При этом придают ему вращательное движение, как будто колесо катится над землей. Моделью служит моя любимая жена Людмила.



На этой фотографии видна одна из ошибок при броске бумеранга. Его слишком наклонили влево. При таком броске он врежется в землю.



Если же его при броске отклонить вправо, то он взлетит в небо и упадет резко «колом» на землю. Это тоже ошибка.

Бумеранг должен в момент броска быть в строго вертикальном

положении!

Ну что ж, выходите на открытое место, проследите, чтобы вокруг не было людей и животных, – и покидайте бумеранг. Поверьте мне, а уж я их переделал десятки – это такое удовольствие!

Еще о точке росы, или Паровая баня

Мы уже сталкивались с понятием «точка росы», когда пар переходит из газообразного в жидкое состояние. У этого физического явления есть много полезных вариантов применения. Например, в детективных рассказах или в книгах про шпионов часто описывается ситуация, когда надо вскрыть конверт незаметно. Что делают в таком случае?

Берут чайник, нагревают его. Дожидаются, когда из носика начинает бить струя пара. Потом держат письмо над паром так, чтобы он попадал на заклеенную полоску.

Мы уже знаем, что произойдет. Письмо относительно холодное, и пар, попадая на него, начинает превращаться в жидкость. Мельчайшие капельки пропитывают бумагу и разжижают клей. Письмо через некоторое время можно открыть, не порвав бумагу, прочитать – и потом заклеить по новой, незаметно.

Тысячи шпионов проделывали этот опыт... но знали ли они про физику и «точку росы», используя паровую баню для открывания секретных писем? Сомневаюсь... Так иногда люди физику не знают, а законы используют. А если применить этот принцип к более благородным вещам, чем открывание чужих писем, то можно придумать и другие полезные варианты. Например, если что-то клеили из бумаги и неправильно склеили, а портить (мочить водой) бумагу нельзя.

А вот еще вариант: если нужно протереть очки или стеклянную поверхность, мы обычно дышим на это стекло – пар изо рта превращается в тонкий слой воды, оседая на более холодной поверхности. И можно протереть стекло. Правда, лучше для этого пользоваться специальными жидкостями или просто промыть стекло с мылом и вытереть газетами, потому что иначе стекла можно испортить. А почему – в следующей маленькой главе...

Как протирать очки

Итак, когда мы дышим на очки, появляется тонкий слой воды. Берем тряпочку и протираем... И на стекле образуются мелкие царапины! Если так делать часто, то постепенно стекло портится и теряет прозрачность. Разберемся. Во-первых, почему от царапин стекло теряет прозрачность? Вопрос вроде бы простой, а на самом деле я проверял – немногие могут ответить точно. Давайте посмотрим на картинку.



Царапина, как видно на увеличенной картинке, представляет собой острое углубление в стекле. То есть образуется как бы канавка. (Кстати, стекло я обозначил на рисунке штришками – так настоящие инженеры обозначают стекло на чертежах.) Образуется царапина потому, что в воздухе плавают пылинки, оседают на тряпочках и стеклах. А часто эти пылинки по своей твердости гораздо тверже стекла. И хотя они почти не заметны обычному глазу, работают как настоящий резец.

Так вот, на картинке изображены лучи света, падающие на поверхность стекла. Для простоты положим, что они падают перпендикулярно к поверхности. В таком случае они свободно проходят через стекло (немного, правда, отражаются, но это не влияет на тот путь, по которому идут лучи света) и попадают дальше нам в зрачок.

Но та часть света, тот луч, который упал на царапину, попадает на

наклонную поверхность, то есть падает под углом к стеклу. Мы уже разбирали, что при изменении угла падения траектория луча изменяется, он отклоняется в сторону!

Значит, часть света будет проходить через целые участки стекла и создавать цельную картинку, а некоторая часть, попадающая на царапины, будет отклоняться, рассеиваться, портить изображение!

Поэтому настоящую рабочую оптику (стекла телескопов, биноклей, зрительных приборов) протирают очень аккуратно, специальными составами, часто спиртом. При этом используют мягчайшие кисточки. Главное, при протирке не нажимать сильно, чтобы, даже если пылинка и попала на поверхность, ее смыло потоком жидкости. Потому что иначе она «проскребет» поверхность и загубит технику!

Итак, каждая царапина работает как призма, отклоняющая лучи!

Полное внутреннее отражение, или Что такое оптический кабель

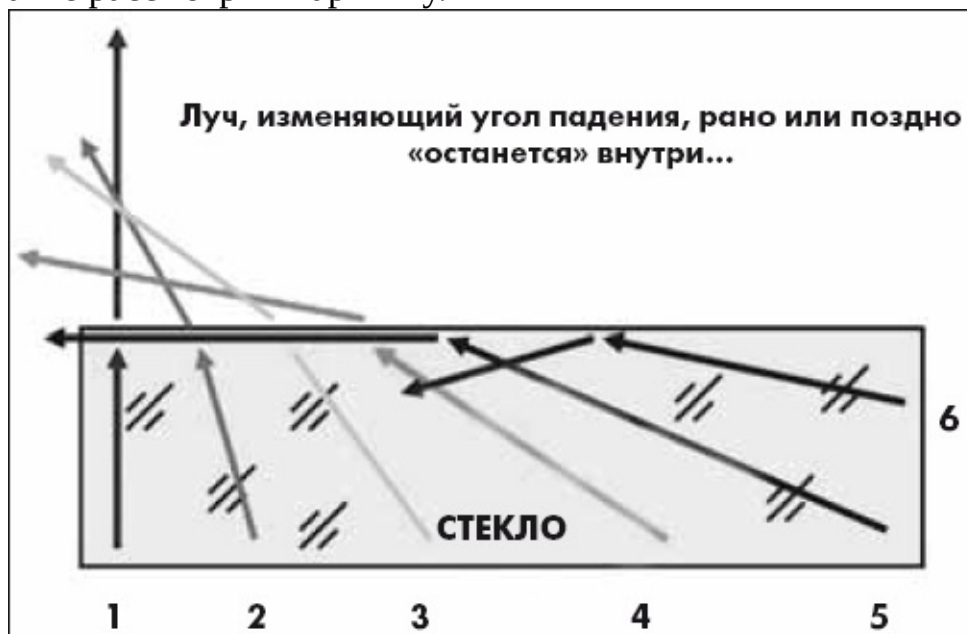
Для опыта нам потребуется: кусок стекла, лазерная указка или маленький фонарик.

В современных компьютерных системах устройства между собой «общаются» по оптическим кабелям. Световые сигналы летят по гибкому шнуру, неся информацию из одной точки в другую. При этом, как ни изгибай кабель, свет не «выскакивает» из шнура, а следует по любой извилистой траектории.

Как этого добиваются?

Мы знаем, что лучи поворачивают в сторону, если падают под углом на поверхность стекла (или другого прозрачного вещества). Причем этот угол зависит от разницы скорости движения света между тем веществом, откуда прилетел луч, и тем, в которое он входит.

Давайте рассмотрим картинку.

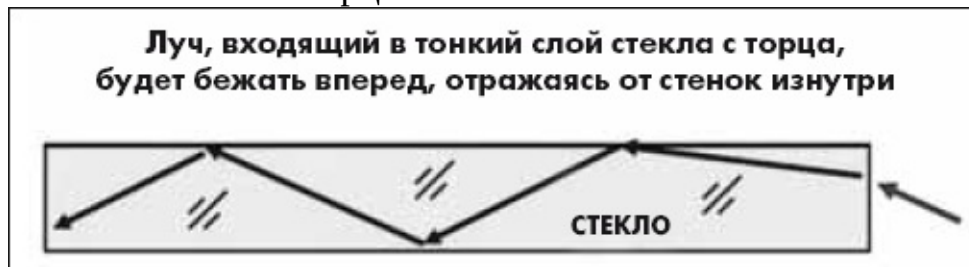


Луч, обозначенный цифрой 1, идет внутри стекла ровно перпендикулярно к поверхности. Он проходит, не изменяя направления. Луч 2 – немножко под углом. Он отклоняется немного в сторону. Луч 3

отклоняется еще сильнее... Так, если угол изменяется, то постепенно выходящий луч все ближе подходит к самой поверхности стекла. Наступает такой момент, что луч достигает критического угла и его продолжение, выходящее из стекла, уже практически «скользит» по поверхности. На нашем рисунке это черный луч 5.

Все! Все остальные лучи, идущие под еще большими углами, будут отражаться от внутренней поверхности стекла и уходить «внутрь»!

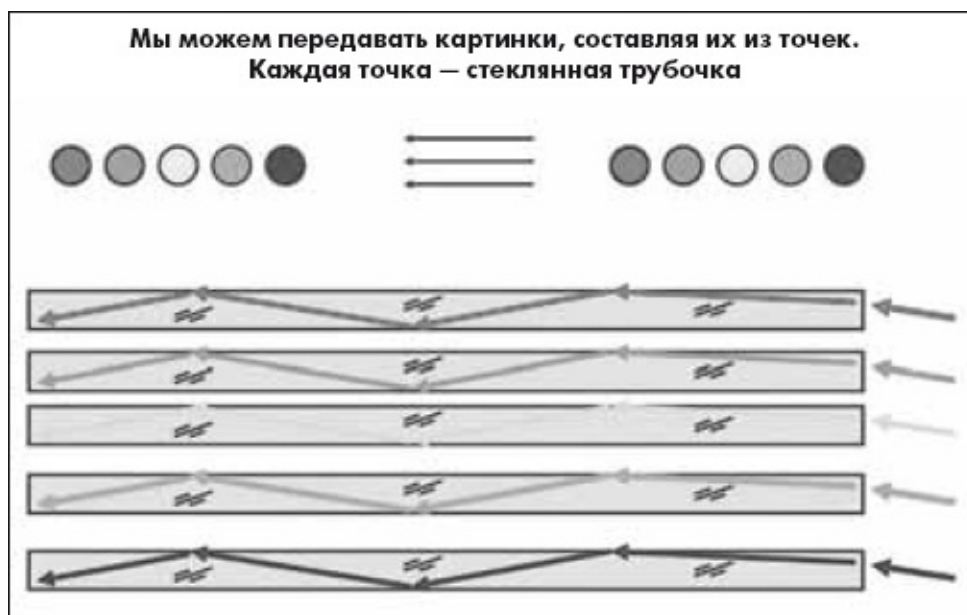
Посмотрим, что будет, если луч света войдет в тонкую стеклянную трубку или лист стекла «с торца».



Луч немножко изменит свой угол и пройдет через стекло некоторое расстояние, после чего наткнется на внутреннюю поверхность стекла. Он отразится внутрь и побежит, пока снова не наткнется на поверхность и тоже в соответствии с законами физики отразится внутрь, только уже в другую сторону! И так будет продолжаться, пока световой луч не затухнет. Понятно, что свет немножко «гасится», ослабляет свое свечение с расстоянием. Поэтому рано или поздно, конечно, свет затухнет. Но до тех пор так и будет бежать вперед и вперед.

Те, кто разрабатывал системы связи для передачи информации, воспользовались этим физическим законом и сделали очень простую (на первый взгляд) вещь: создали кабель, состоящий из огромного количества тонких и гибких стеклянных трубочек. Самое главное (и самое сложное в производстве таких кабелей), что каждая трубочка на обоих концах кабеля находится точно в том же месте и в начале, и в конце. Поэтому изображение не искажается. Чтобы пояснить, посмотрим на следующую картинку. Предположим, что мы положили в ряд пять трубочек, причем они не «перепутываются», а идут, изгибаясь, рядом до самого конца. Длина у них одинаковая. Будем светить разным светом (красным, зеленым, желтым и т. д.) в каждую из трубочек с одной стороны, в начале.

В конце каждая трубочка засветится тем светом, которым в него посветили в начале! И мы увидим точно такую же картинку, что и передали.



Если эти ряды трубочек положить друг на друга и создать «квадратик», то можно уже создавать целые картинки, как в телевизоре. Вот и вся хитрость. Именно так устроены современные оптические кабели, которые связывают компьютеры и другие устройства.

* * *

А как увидеть это своими глазами? Для этого сделаем простой опыт. Возьмем любой кусок стекла, например оконного. И в темноте посветим узким лучом света с торца. Лучше всего для этого подходят лазерные указки, которые продаются в любом ларьке. Или даже маленький фонарик. Посмотрите на следующую фотографию.

Видно, как светится торец куска стекла, — это я свечу в него фонариком. Поверхность же стекла практически не светится. Свет не выходит наружу. На другой фотографии видно, что я свечу фонариком слева под довольно большим углом в торец стекла. Поскольку фонарик шире, чем стекло, верхняя его часть светит прямо на поверхность сверху. И луч освещает первую треть стекла. Потом идет темный кусок. Но вдруг мы видим, что слева из торца вырывается свет! Эта та часть луча, которая от фонарика вошла в торец и пробежала, отражаясь внутри от стенок, до самого выхода из стекла!



На фото: светится торец стекла, верхняя часть существенно темнее. Свет распространяется внутри.



На фотографии видно, как свет проходит лучом внутри стекла и вырывается наружу в дальнем торце. Подставкой служит ноутбук IBM – у него прекрасная черная поверхность, как раз для съемок.

Точка концентрации напряжений, или Как остановить трещину на стекле

Для опыта нам потребуются: две длинные палки.

Ну, раз уж начали про стекло, давайте подумаем над занятным вопросом. Часто бывает, что по стеклу начинает бежать трещина. Чаще всего это заметно на лобовых стеклах автомобилей. Такая трещина, однажды начавшись, начинает сама собой расти, удлиняться, и рано или поздно стекло лопается пополам.

Почему так происходит? Почему растет трещина в стекле?

Мы помним уже из закона Гука, что если к предмету прикладывается сила, то предмет сжимается или растягивается. На резиновом шарике это хорошо видно. Но и, казалось бы, твердые предметы, такие как дерево, стекло, камень, тоже сжимаются или растягиваются. Только сдвиги эти настолько маленькие, что их незаметно на глаз.

Поскольку почти на любой предмет действуют разные силы одновременно (ну, хотя бы сила притяжения Земли), то в любом предмете внутри существуют напряжения. Если мы начнем ломать толстую палку об колено, то мы ее, может быть, и не сломаем. Но пока мы давим посередине коленом и тянем двумя руками за концы, в палке возникают сильные внутренние напряжения.

Так вот, что происходит, если в стекле возникла трещина? Внутри стекла всегда существуют напряжения. А трещина – это по сути своей ущелье с очень острым, невероятно острым дном.

Два края стекла, по сторонам трещины, чуть-чуть шевелятся и сдвигаются при воздействии разных сил. И вся мощь, вся сила этих краев словно два огромных рычага действуют на острие трещины, на ту точку, где эти два рычага сходятся.

Чтобы понять действие этих сил, сделаем очень простой опыт.

Возьмите две любые, достаточно длинные палки. Подойдут две швабры, например. Сядьте на стул, сдвиньте колени и засуньте между сжатыми коленями эти палки так, чтобы они уперлись в пол между ступнями. Теперь эти палки – боковые поверхности трещины в стекле, а ваши руки на них – действующие силы. Попробуйте развести палки в

стороны и при этом, разводя их руками, старайтесь удержать их в прежнем положении коленями. Руки слабее ног, но вы легко раздвинете собственные колени этими палками. Удержать палки практически невозможно. Здесь работает правило рычага, выведенное еще великим Архимедом. Оба «рычага» сходятся в одной точке и создают невероятную силу, разрывающую стекло пополам. Теперь мы понимаем, что трещина буквально разрывается двумя рычагами под действием даже слабых сил, сотрясений, давления... Такие точки, как острие трещины, называются «концентраторы напряжений», и при конструировании приборов, деталей ученые стараются избежать возникновения таких точек.

Что же делать с трещинами?

Конечно, для стекол существуют разные клеи, которыми заливают трещину целиком... Но можно ли использовать законы физики, чтобы избежать распространения трещины?

Оказывается, запросто. Чтобы рычаги перестали работать, их надо развести в стороны, они перестанут рвать стекло в одной точке. Для этого в конце трещины просверливается маленькая дырочка. Она уничтожает острие, где сходятся боковые поверхности трещины, рычаги, и трещина перестает ползти дальше!

Единственное замечание, что для автомобильных стекол этот метод работает плохо. Дело в том, что стекла на лобовом стекле состоят из многих слоев. Трещины идут сразу по всем слоям, и просверлить дырочку так, чтобы попасть сразу во все трещины, обычно не удается. Приходится заклеивать клеем.

Поймать радугу на бумагу

Для опыта нам потребуются: миска с водой, бесцветный лак или укрепитель для ногтей, черная бумага или черный кусочек страницы из глянцевого журнала.

Мы уже встречались с пленками и радугой – в мыльных пузырях. Но хотелось бы чего-нибудь более устойчивого... Чтобы руками можно было потрогать. Возможно ли это?

На помощь приходят знания. Почему образуются радужные пленки? Дело в том, что световые волны могут взаимодействовать друг с другом. Точно так же, как на поверхности воды в стоячей волне.

Но световые волны очень короткие. Если на море расстояние между волнами может быть несколько метров или даже десятков метров, то расстояние между световыми волнами во много-много миллионов раз меньше миллиметра! А свет, проходя через прозрачную тонкую пленку, отражается от обеих поверхностей (и верхней, и нижней) и на обратном пути начинает взаимодействовать. Часть лучей складывается, часть вычитается... в результате получаются очень необычные радужные эффекты.

Но это уже довольно сложная оптика. Мы же делаем простые опыты. Для этого опыта возьмем просто миску с водой, как на фотографии, и бесцветный лак для ногтей (или укрепитель для ногтей). Такие можно попросить у мамы или сестры, ну или купить дешевый в магазине. На фото все приготовлено к опыту.



На фото: лак и подготовленная ванночка с водой. В качестве ванночки я позаимствовал на время стеклянную жаровню.

Теперь капнем одну каплю бесцветного лака (укрепителя) для ногтей в воду. Она как бы «закипит» и тут же растечется по поверхности. Дело в том, что спиртовая основа лака заставляет его бурно растекаться в воде и лак застывает на поверхности тончайшей пленкой!

Посмотрим на поверхность так, чтобы в ней отражалась лампочка. Вы увидите, что по поверхности плавает тонкая радужная пленка. Налюбовавшись ею, попробуем перенести радугу на бумагу.

Возьмем черную бумагу (можно вырезать кусочек из глянцевого журнала, отлично подходит – там всегда есть черные куски на фотографиях).

Теперь аккуратно с краю подсунем бумагу под радужное пятно и поднимем кусочек бумаги с осевшей на нем пленкой. Только пальцами не трогайте! Пленка тут же скукожится и перестанет быть блестящей. Впрочем, опыт тем хорош, что его можно повторять много раз. Кроме кусочков черной бумаги и капелек лака, ничего и не надо!



На фотографии видно, что черный кусок бумаги стал весь с радужным отливом, как шея у селезня или райской птицы! Я положил его на край миски.

Оказывается, в природе именно это же свойство световых волн взаимодействовать между собой используют колибри, утки, голуби. На их перьях так устроена поверхность, что частично пропускает и отражает свет таким образом, чтобы зрителю казалось, что по оперению бежит радужная краска – синяя, зеленая, красная! Видели, как светится синим и даже фиолетовым шея у чистого, сытого голубя? Или перо на крыле селезня, особенно в брачный период? Тот же эффект.

Ну а мы эту радугу поймали на кусок бумаги!

Пульверизатор из соломинки

Для опыта нам потребуются: две соломинки (одна поуже, другая – пошире).

Стариннейший опыт, который демонстрирует закон, уже нам знакомый. Физик Бернулли в свое время понял, что если дует поток газа или воды, то образуется зона пониженного давления и этот поток «подсасывает» газ или воду из окружения.

Описывается он просто: надрежьте соломинку. Согните ее под прямым углом, чтобы образовалось отверстие. Погрузите в стакан с водой, чтобы отверстие было выше уровня воды, и дуньте. Из отверстия вылетят мелкие брызги.

Стал делать. Не тут-то было! То пузыри идут, то дуешь-дуешь, уже уши покраснели, а ничего никуда не вылетает.

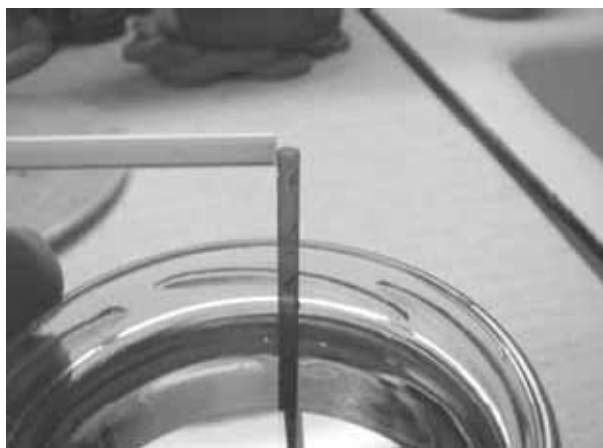
Задумался. Понял, как опыт сделать на самом деле, чтобы получилось.

Во-первых, лучше взять две соломинки. Одну поуже, другую пошире. В широкую дуем, узкую ставим в воду. Чтобы вертикальная соломинка не падала, я ее просто поддерживал пальцами. А можно вырезать в пластмассовой крышке две дырки – в одну всунуть соломинку, а вторая дырка будет у нас для того, чтобы воздух проходил свободно в банку.

Во-вторых, надо, чтобы узкая соломинка не высывалась из воды слишком высоко. Ведь сила «подсасывания» должна поднять воду до дырки, на это требуется энергия. Поэтому чем выше соломинка, тем сильнее надо дуть.

В-третьих, если вырезать разные дырки, складывать соломинки, то возникают неправильной формы края у дырки и потоки становятся непредсказуемыми (у меня из-за чуть отогнутого края часть потока с силой влетала в нижнюю соломинку, и вместо пульверизатора получился «бурбулятор» – пузыри шли).

Итак, вот работающий вариант опыта.



На фото видно: широкая белая соломинка приставлена к короткой красной под прямым углом, красная не слишком высоко выходит из воды.

Если не получается, еще больше снизьте высоту соломинки и дуйте сильнее! Обязательно получится!

Суп из карандаша

Для опыта нам потребуются: кастрюлька, деревянный карандаш, деревянная кисточка.

Есть такая русская поговорка: «Взялся за гуж – не говори, что не дюж». Немногие сегодня знают, что такое «гуж», зачем за него браться и почему с этим справиться может только очень сильный, то есть дюжий человек. Мы поставим простой опыт, который к тому же еще и очень забавный. Попробуем сделать гуж дома, на кухне. Оказывается, раньше, когда автомобилей не было и почти все ездили на лошадях, для перевозки грузов нужно было на лошадь надеть специальное приспособление. Это приспособление состояло из многих деревянных, кожаных, металлических систем, так вот гуж – это кожаная петля, которая крепилась к хомуту. Хомут – это деревянная дуга, согнутое почти пополам дерево. Кто «брался за гуж», тот должен был с усилием вставить дугу в крепления на оглобле. Поэтому и говорят, что слабому этого не сделать.

Но если для крепления дуги, хомута, была нужна сила – то какая же сила нужна, чтобы согнуть дерево в дугу? И как при этом дерево не лопалось? Оказывается, для того чтобы дерево стало податливым и его можно было сгибать, дерево нужно было распарить, сварить в воде – как варят суп! Давайте, сделаем следующее: возьмем обычный карандаш и положим его в небольшую кастрюльку, так чтобы он одним концом лежал на крае кастрюльки, а другим – на дне (как на фотографии). Я попробовал еще положить старую кисточку, тоже деревянную. Поварим на медленном огне все это хозяйство полчаса. Лучше, если у кастрюльки будет удобная ручка.

Через примерно полчаса варки я взял деревянную ложку и стал сверху давить на середину карандаша – очень медленно и осторожно, чтобы он не сломался. Карандаш начал сгибаться!

Вся хитрость в том, чтобы делать это очень медленно, спокойно и не сильно нажимать. Сначала будет почти незаметно, что он сгибается, а потом вы увидите, как древесина сгибается!

Тут есть еще одна хитрость: если вытащить карандаш, он выпрямится, потому что древесина будет стремиться к начальной форме. Надо сделать

вот что: когда карандаш согнется, не убирая нажима (продолжая давить сверху), быстро перенести кастрюльку под струю холодной воды. Для этого я взял кастрюльку с удобной ручкой.



Карандаш и кисточка варятся в воде на плите. Я чувствую себя немножко глупо: но опыт обязательно удастся!

Как только карандаш остынет, он уже сохранит свою гнутую форму! Посмотрите, что у меня получилось, на фотографии.



Карандаш и кисточка, сваренные и согнутые древним методом.

Когда я пришел на работу и стал писать таким карандашом, все спрашивали у меня, как это возможно? И очень удивлялись. А я всем говорил, что тренирую свою силу мысли и гну карандаши взглядом. Как в фильме «Матрица» мальчик гнул ложки. Если вы сделаете себе такой гнутый карандашик, можно будет здорово повеселиться.

Кривое зеркало под рукой

Для опыта нам потребуются: ненужные компьютерные диски.

Легко, конечно, изучать движение света, когда он отражается от ровных поверхностей. А вот с кривыми, сложными поверхностями как быть? Давным-давно, в прошлом веке, был популярен в парках и местах для отдыха аттракцион «кривое зеркало». Люди платили деньги, чтобы зайти в комнату, где по стенкам висели кривые зеркала. Отражения были смешные, хотя я, честно говоря, этого аттракциона никогда не понимал, даже в детстве. Тем не менее как бы побаловаться с изменяющейся, кривой поверхностью, чтобы изучить повнимательнее поведение лучей света в этой поверхности? Я долго думал и вдруг понял, что надо сделать. Все-таки я работаю в одной из самых крутых компьютерных компаний – Ай-Би-Эм (IBM®). И каждый день имею дело с компьютерным оборудованием. Это и натолкнуло меня на мысль.

В наше время найти старый, ненужный CD-ROM диск не составляет проблемы. Возьмите такой диск в руку и посмотрите в него, как в зеркало. Особенно хорошо поймать в отражении светящийся источник – лампу или свечу.



На фото видно отражение лампы в диске CD-ROM.

Если вы теперь будете сжимать пальцы, то диск будет сгибаться – внутрь или наружу. У вас получится кривое зеркало. Пронаблюдайте за отражением – оно то переворачивается вверх ногами, то пропадает и размазывается, то сжимается, то растягивается... в зависимости от того, как

изгибается в пальцах диск.



На этом фото в диске я отражаюсь в «прямом» варианте вместе с фотоаппаратом.



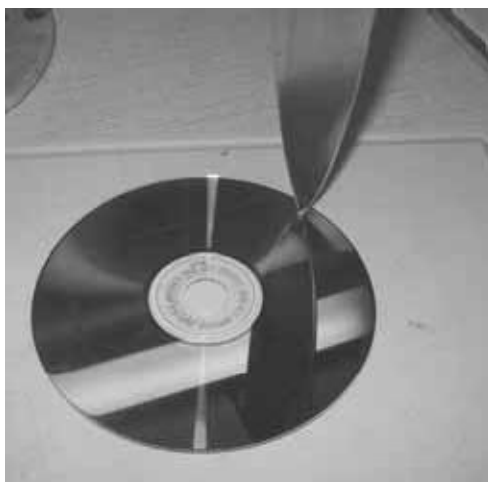
При сжатии зеркала получается вогнутое зеркало, причем цилиндрическое. В нем изображения переворачиваются. Видно мое искаженное и перевернутое лицо.

Таким образом, можно заметить, что вогнутое внутрь зеркало переворачивает изображение. Что есть момент при сжатии диска, когда светлое изображение лампы «размывается», а только потом переворачивается. Да и вообще просто развлечься, наблюдая за искаженными изображениями. В конце концов, хочешь нарисовать карикатуру на кого-нибудь – бери и прямо срисовывай, придумывать ничего не надо!

Инерция против мух

Для опыта нам потребуются: ненужный CD-ROM, длинная прочная нитка.

Этот опыт я не придумал, я его подсмотрел в Египте на базаре. Там очень жарко и много мух. Но в стране, конечно, много компьютеров и полно CD-ROM дисков. Египтяне вешают эти диски на ниточки над прилавками, где лежит свежее мясо или фрукты. Раскручивают веревочки, и диски крутятся туда-сюда, туда-сюда почти до бесконечности. Они отгоняют мух от мяса и фруктов! Хитрые египтяне, может быть, и не знают законов физики, но всю ими пользуются. Прodelайте же этот простой опыт. Просверлите дырочку в краю CD-ROM диска. Это можно сделать обычным кончиком ножа, положив диск на деревянную разделочную доску. Упритесь кончиком ножа в диск и покрутите. Образуется маленькая дырочка.



На фото видно, как проделать дырочку.

Теперь двойной толстой и длинной ниткой подвесьте этот диск и раскрутите его. Он будет лениво вращаться в обе стороны. Мы уже видели работу подобного принципа в опыте с пуговицей. Здесь работает тот же принцип инерции. Мух, надеюсь, отгонять не надо.



На фото видно, как надо подвесить диск.

А вот если вы решили устроить вечеринку – развесьте такие диски на разной высоте по комнате. Такой дизайн очень забавный и создает атмосферу дискотеки. В диски можно направить лучи карманных фонариков, вращаясь, они будут отражать лучи во все стороны – вот вам и установка для танцев. А танцующие пары будут их задевать, подталкивать и развлекаться.

Вода в масле, или Еще про эмульсии

Для опыта нам потребуются: ненужный CD-ROM, подсолнечное масло.

Мы знаем, что такое эмульсии. Но вот невероятно красивый опыт, который удивил даже меня самого. Получился он случайно, тем не менее мне самому он так понравился, что я решил включить его в книгу.

Жидкости, которые не смешиваются друг с другом, это, например, вода и масло. Возьмите опять-таки ненужный CD-ROM и положите на газету или кухонный стол. Капните на его поверхность большую каплю подсолнечного масла. Теперь капните на поверхность масла маленькую каплю воды.



На фото видна капля воды в большой капле масла. Она свободно плавает, не смешиваясь с маслом и сохраняя форму линзы.

Во-первых, при достаточно ярком освещении эти капли создают завораживающий эффект, просто очень красиво на них смотреть. Во-вторых, можно посмотреть, как вода скользит по поверхности масла, не теряя формы. Для этого возьмите диск в руки, стараясь не пролить масло, и чуть-чуть покачайте в разные стороны. Вода бежит по поверхности масла как капелька ртути!

Но ртуть очень опасна для здоровья, а вода и масло – безвредны и даже полезны. Так что наш опыт совершенно безопасен. И красив!



На фото видно, что в центре капля воды прогибает поверхность масла и при этом держится как жук-плавунец.

Придумав этот простой опыт, я, наверное, полчаса капал масло и воду. Мыл и вытирал диск и снова капал – иногда много капель воды в масло...

Очень уж затягивает. А главное – проще некуда.

Магнитные поля на бумаге

Для опыта нам потребуются: железные опилки (придется напилить из гвоздей), обычный маленький бытовой магнит, плотный лист бумаги, банка с подсолнечным маслом.

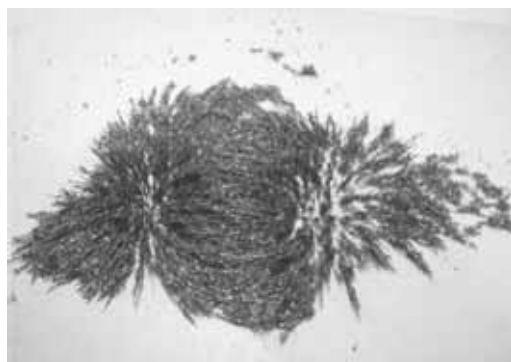
Этот опыт потребовал от меня взять напильник и напилить из гвоздей, зажав их в тисках, опилок. Я пилил обычные гвозди. Постелил под тиски газету, чтобы собрать опилки, и минут двадцать напильником точил гвозди. Заодно еще раз проверил, что механическая энергия переходит в тепловую. Когда точишь гвоздь, он ужасно быстро нагревается, поэтому желательно пальцами за них не хвататься сразу, когда вынимаешь или поворачиваешь, и работать в перчатках.

После этого все, что нам нужно, – это обычный магнитик, какие вешают на холодильник, и плотный листок бумажки, чтобы он не гнулся и опилки не ссыпались. Я взял картонную коробку из-под видеоленты, она очень удобная для этого опыта.



На фото видны опилки, насыпанные на плотную бумагу. Я просто насыпал кучку и разровнял зубочисткой.

Теперь я взял магнит и поднес с обратной стороны бумаги, так чтобы она разделяла опилки и магнит. Вот что получилось.



На фото видны два центра, от которых исходят линии. Опилки выравниваются по линиям магнитного поля.

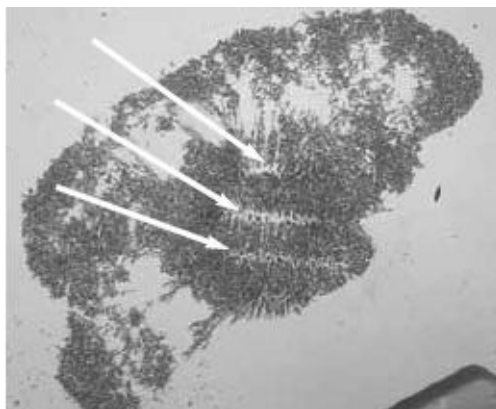
Если мы внимательно посмотрим, как идут линии магнитного поля, то заметим, что они соединяют оба полюса магнита. В центре полюсов опилки «встают дыбом». Это хорошо видно на следующей фотографии, сделанной сбоку.



На фото видно, что на магнитных полюсах опилки «встали дыбом», по направлению магнитных линий.

Такой важнейший для человечества прибор, как компас, по сути дела представляет собой кусок железа, который выстраивается вдоль линий магнитного поля. Иголлка компаса всегда направлена вдоль этой линии и позволяет нам находить дорогу в тумане, в темноте, в незнакомой местности. Надо сказать, что в моем опыте я использовал сначала магнит, вынутый из поломанного жесткого диска от компьютера (не CD-ROM, а диск, на который пишется информация внутри самого компьютера).

Если усложнить опыт и взять магнит с несколькими полюсами, то мы увидим сразу это по рисунку, образуемому опилками. Кстати, магнит советую положить в маленький полиэтиленовый пакетик. Иначе замучаетесь отлеплять опилки от магнита – они иногда просыпаются и прилипают намертво. А так – вынул магнит из пакетика, опилки ссыпались в постеленную бумажку.



На фото хорошо видны несколько полюсов. Опилки ложатся так, что между полюсами образуются соединяющие линии.

Я усложнил опыт, насыпав опилки в банку с подсолнечным маслом и взболтав. Когда подносил к стенке банки сильный магнит, было видно, как опилки начинают стремиться к нему, образуя линии магнитного поля в «объеме». Это очень красиво. Только приходится встряхивать банку каждый раз после того, как опилки собираются на стенке. Мне не удалось сфотографировать этот процесс, потому что он довольно быстро происходит. Зато я сфотографировал «крабика». Когда я слил масло, намокшие опилки собрались у магнита на стенке в очень красивое образование, как на фото.



На фото виден «крабик» – слипшиеся опилки на стенке стеклянной банки. Снаружи приложен сильный магнит, который удерживает их.

Так, в этом опыте мы своими глазами увидели магнитные поля. Железные опилки помогли нам в этом!

Водный пенопласт

Для опыта нам потребуются: банка с подсолнечным маслом, одноразовый шприц с иглой.

Я уже думал, что исчерпал тему невесомости и эмульсий, когда в голову пришел еще один эксперимент. Для него понадобился обычный медицинский шприц с иглой. Он продается в любой аптеке и стоит очень дешево. Я взял банку, налил в нее подсолнечное масло и набрал в шприц воды.



На фото видны серебряные пузыри – это вода в масле! На дне скопилось множество пузырьков, а я шприцем «вдуваю» воду, наблюдая за пузырьками.

Опыт на самом деле простейший – опустить иглу шприца в масло и выдуть воду. Но на самом деле он оказался очень красивым, я сам не ожидал. Вода вылетает из шприца не струей, как можно было бы ожидать, а целым роем серебристых пузырьков. Подумав, я понял, что сильное сопротивление масла не позволяет струе двигаться сплошным потоком. К тому же вода мгновенно «сворачивается» в шарик под действием сил натяжения. Выглядит это как пули, летящие в фильме «Матрица», когда их останавливают в воздухе, просто как компьютерная графика.

Пузырьки хорошо видно, они дрожат и колеблются, но при этом

стремятся сохранить форму шара, сферы.

Поскольку вода тяжелее масла, потом пузырьки медленно опускаются вниз, но не лопаются, а остаются лежать серебристой массой, как фантастическая лягушачья икра! Почему они выглядят серебряными, тоже понятно. Скорость света в воде и масле отличается, поэтому свет и отражается от поверхности водяного пузыря и преломляется. В общем, вода начинает играть как драгоценный камень. Ведь красивая переливчатость драгоценных камней зависит от количества граней, в которых отражаются и преломляются лучи света.

На следующей фотографии видны эти серебристые пузыри на просвет. Напомню, там не воздух, а вода!



На фото видно огромное количество пузырей, которые пронизывают все пространство банки с маслом, не смешиваясь.

Пузыри через некоторое время сформировали «дно», оставаясь при этом пузырями и не смешиваясь с маслом. Их держат силы натяжения, не давая им распасться. На следующем фото видно, что они уже «спрессовались» и стали похожи на пенопласт. Пенопласт – это ведь тоже застывшие пузыри специальной пены в воздухе. Но в нашем случае, если поставить банку на ночь, только к утру масло всплывет кверху, а вода объединится в единый объем и опустится вниз без пузырей.



На фото виден водный «пенопласт» внутри банки с маслом.

Пузыри вминаются друг в друга, и все-таки силы поверхностного натяжения не дают им слиться.

Этот простой, но очень эффектный опыт объясняет, почему масло на сковородке шипит и брызгается, когда туда попадает вода (или сок из мяса, овощей). Вода опускается маленькими пузырьками на дно, там встречается с раскаленным жаром и мгновенно вскипает. Вскипая, маленький пузырик превращается в пар, газ и увеличивается в объеме в сотни раз за очень короткое время. Расширяясь, газ выплескивает масло – происходит маленький взрыв воды внутри масла. И разбрызганное масло летит во все стороны. А звук этих сотен микровзрывов мы слышим как шипение и треск. Кстати, поэтому масло с водой из банки я не рекомендую использовать в готовке. Как ни жалко, придется вылить его. Потому что попавшая вода и оставшиеся пузырьки могут испортить всю готовку. Но ради физики такую жертву, как банку масла, можно и стерпеть, правда?

Тело с перемещаемым центром тяжести

Для опыта нам потребуются: коробочка от «киндер-сюрприза», металлический или стеклянный шарик.

Для этого опыта понадобится любой достаточно тяжелый шарик (можно металлический, можно стеклянный). Такие шарики продают в магазинах для украшений интерьера, аквариумов. И также пластиковая коробочка из «киндер-сюрприза».



На фото: нужные для опыта предметы. Стеклянный шарик и коробочка из-под «киндер-сюрприза».

Собственно, опыт проще некуда. Кладем шарик в коробочку и закрываем ее. Покатайте коробочку в руках. Она будет двигаться как-то странно, рывками. Будет вставать на один конец, потом перекатываться и опять вставать – словно ее дергает изнутри какая-то сила. Словно гномик или маленькое животное.

Если положить ее на наклонную плоскость, например диванную подушку, то вниз она покатится тоже довольно забавно. Почему так происходит? Шарик внутри свободно болтается и перемещается в коробочке. Поэтому центр тяжести всей системы, шарика и коробочки, постоянно перемещается. От этого движения и принимают такой странный характер. Например, можно поставить коробочку на попа, вертикально. В таком случае шарик, находясь на дне в узкой части коробочки, своим весом придавливает ее и не дает упасть. Совсем как в игрушке «неваляшка»,

которая выпускалась в советское время.

Когда же коробочка начинает скатываться, шарик перемещается в другой конец и, ударяясь о стенку, заставляет коробочку рывком сдвигаться.

Теперь мы можем понять, почему управление небольшими судами с находящимся в них тяжелым грузом может стать сложной задачей. Рыбак переходит с кормы на нос небольшой лодки – лодка сдвинется! Или, например, маленький космический модуль при перемещении космонавтов внутри изменяет свой общий центр тяжести. Ведь космонавты играют роль шарика, а сам модуль – коробочки. А в космосе все движения должны быть точными, а то стыковка не получится! Но там считают компьютеры – мы пока только учимся и забавляемся.

Колесо Жуковского

Для опыта нам потребуются: ненужный CD-ROM, карандаш.

Великий ученый Н.Е. Жуковский, заложивший основы современной космонавтики, довольно много сделал для распространения идей физики и придумал много занятных опытов. Только его опыты требуют серьезного лабораторного оборудования. Например, колесо Жуковского представляет собой массивное железное кольцо, вращающееся на стержне. Кольцо закреплено на подшипниках и его можно довольно быстро раскрутить. Если теперь попытаться повернуть стержень в пространстве, кольцо начинает колбасить, как сказали бы сегодня. Непонятные силы начинают дергать кольцо из стороны в сторону и сопротивляться повороту.

Мы уже разбирали эти силы на примере гироскопа в опыте с бумерангом. Я придумал, как сделать этот опыт прямо дома. Нам понадобятся обычный ненужный CD-ROM и карандаш.



На фото: наденем диск на карандаш, чтобы раскрутить его как колесо Жуковского.

Держа карандаш за кончик горизонтально, раскрутим диск другой рукой так, чтобы он быстро-быстро вращался. Теперь попробуем повернуть карандаш в любую сторону в горизонтальной плоскости, не наклоняя.

Диск мгновенно сделает несколько вихляющих движений и остановится. Это подействовали силы, описываемые теорией гироскопов. Мы не будем давать формулы, трехстепенные уравнения Эйлера и прочую

умную математику. Просто насладимся опытом и запомним, что есть такие скрытые силы, проявляющиеся при быстром движении тел!