



## Глава 1

# ЛУЖА, ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ И ЦУНАМИ. КАКИЕ БЫВАЮТ ВОЛНЫ

Ты, конечно, видел волны на воде. Чайки качаются на них, как на качелях. Во время сильного шторма волны на море вырастают огромные, высотой с пятиэтажный дом. Такие волны очень опасны даже для больших кораблей.

Волны бывают не только в море, но и на реке, на озере, в любом водоёме. Их можно устроить даже в обычной луже. Брось в неё камешек — и по воде пойдут круги. Это и есть волны.

А может быть, ты видел волны на... поле? От пробегающего ветерка колышутся колосья, и кажется, будто это уже не поле, а золотистое море волнуется. Так и бегут по желтеющему полю волны, хотя сами колоски остаются на месте.

Что же такое эти волны, которые умеют бегать? **Волна** — это распространение (то есть перемещение) колебания. Колоски на поле колышутся, и это колыхание передаётся дальше другим колоскам. Это и есть волны.

Или когда бросаешь камешек в воду: в том месте, куда он упал, вода начинает колебаться — то опускает-

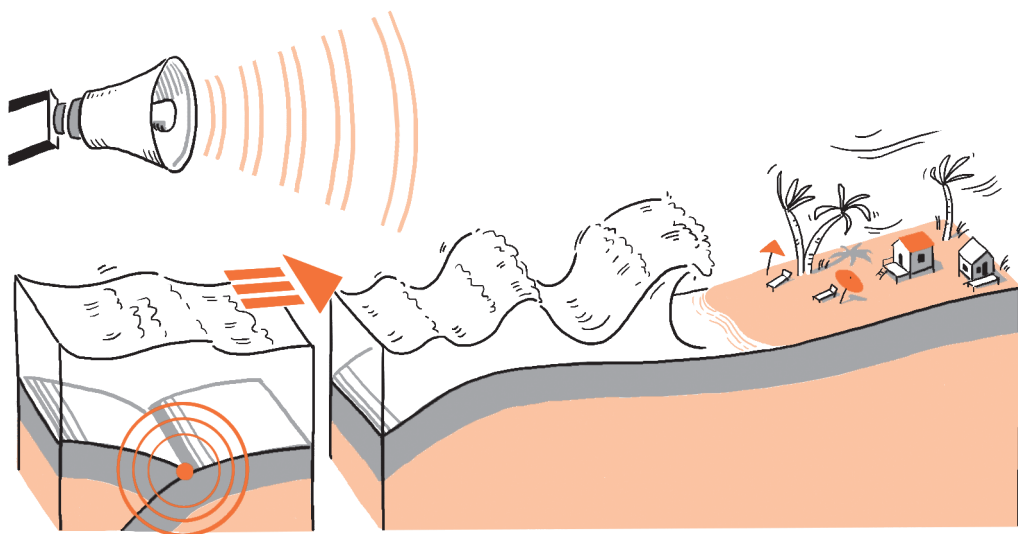
ся, то поднимается. И это колебание кругами расходится по воде всё дальше и дальше. А если в луже плавает, например, какой-нибудь листок, он тоже начнёт вместе с водой то подниматься, то опускаться.

Волны распространяются не только на поверхности воды, но и в земле. Под земной корой, на очень большой глубине, иногда случаются подземные толчки. Эти толчки передаются дальше волнами, которые называются **сейсмическими**. Когда они достигают поверхности земли, земная кора начинает трястись. Эти явления так и называются — **землетрясения**. Иногда они бывают очень сильными и разрушительными. Тогда в земле возникают огромные трещины, в горах происходят обвалы, а в городах разрушаются здания.

А из-за подводных землетрясений в океанах возникают **цунами** — огромные волны, которые могут заходить на берег, всё сокрушая на своём пути.

Каждый год в мире происходит почти миллион землетрясений. К счастью, большинство из них слабые.

В воздухе тоже распространяются волны. Мы их не видим, но зато можем услышать. Это звуковые волны. Когда они достигают наших ушей, мы воспринимаем эти волны как **звуки**.





## Глава 2

# ЧТО ТАКОЕ ЗВУК И КАК ОН ВОЗНИКАЕТ?

Вокруг нас множество разных звуков. В лесу мы слышим пение птиц и шелест листьев, на море — шум прибоя и крики чаек. Во время грозы слышны шум дождя и гроыхание грома, в городах и сёлах — человеческая речь, шум машин, мяуканье кошек и лай собак.



Всё то, что мы можем услышать с помощью ушей, и есть звуки. А откуда же они берутся? Звуки исходят от колеблющихся предметов — **источников звука**. Источником звука становишься и ты сам, когда говоришь, поёшь или кричишь. Даже когда дышишь, если прислушаться, можно почувствовать лёгкий звук дыхания.

Хлопни в ладоши — и от резкого движения воздух около ладоней сначала сожмётся, потом сразу расширится и заставит сжиматься и расширяться следующие слои воздуха. Невидимые колебания воздуха передаются дальше и дальше, постепенно затухая. Это и есть звуковые волны, которые распространяются от источника звука подобно тому, как расходятся кругами волны от упавшего в воду камешка. И эти звуковые волны мы воспринимаем нашими органами слуха (ушами) как хлопок в ладоши.

Вибрируют струны гитары — и мы слышим музыку. Машет крыльями пчёлка — мы слышим жужжание. Но как только она сядет на цветок — больше не жужжит, потому что крылышками уже не машет. Говорит или поёт человек — вибрируют его голосовые связки, и мы слышим речь или пение. Если ты положишь ладонь на горло и заговоришь, то почувствуешь эту вибрацию.





### Глава 3

## УЛИТКА, МОЛОТОЧЕК И НАКОВАЛЬНЯ. КАК МЫ СЛЫШИМ?

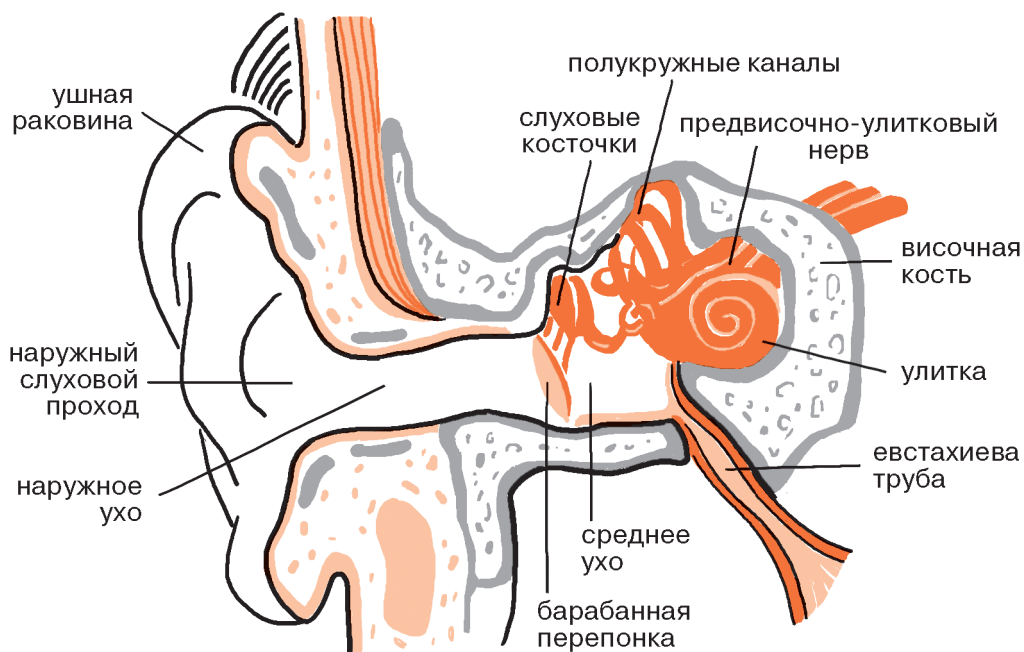
Что же происходит, когда звуковые волны проходят через наше ухо? Они заставляют колебаться **барабанную перепонку** — тоненькую плёнку внутри уха. За нею расположено **среднее ухо** — наполненное воздухом пространство, в котором есть три маленькие косточки. Они называются **молоточек**, **наковальня** и **стрёмечко**. Через них вибрация, то есть колебание, усиливается и передаётся дальше — в трубочку, которая закручена в спираль, как раковина улитки. Эта трубочка так и называется — **улитка**. Внутри улитки начинает колебаться специальная жидкость. Её колебания улавливают особые **нервные окончания**, преобразуют их в слабые электрические сигналы и по **слуховому нерву** передают прямо в мозг. И наш мозг воспринимает эти сигналы как звуки.

Видишь, какой длинный и сложный путь проделывает звук, прежде чем мы его услышим!

Но далеко не все животные слышат звуки так же, как люди. Например, кузнечики слышат лапками: их

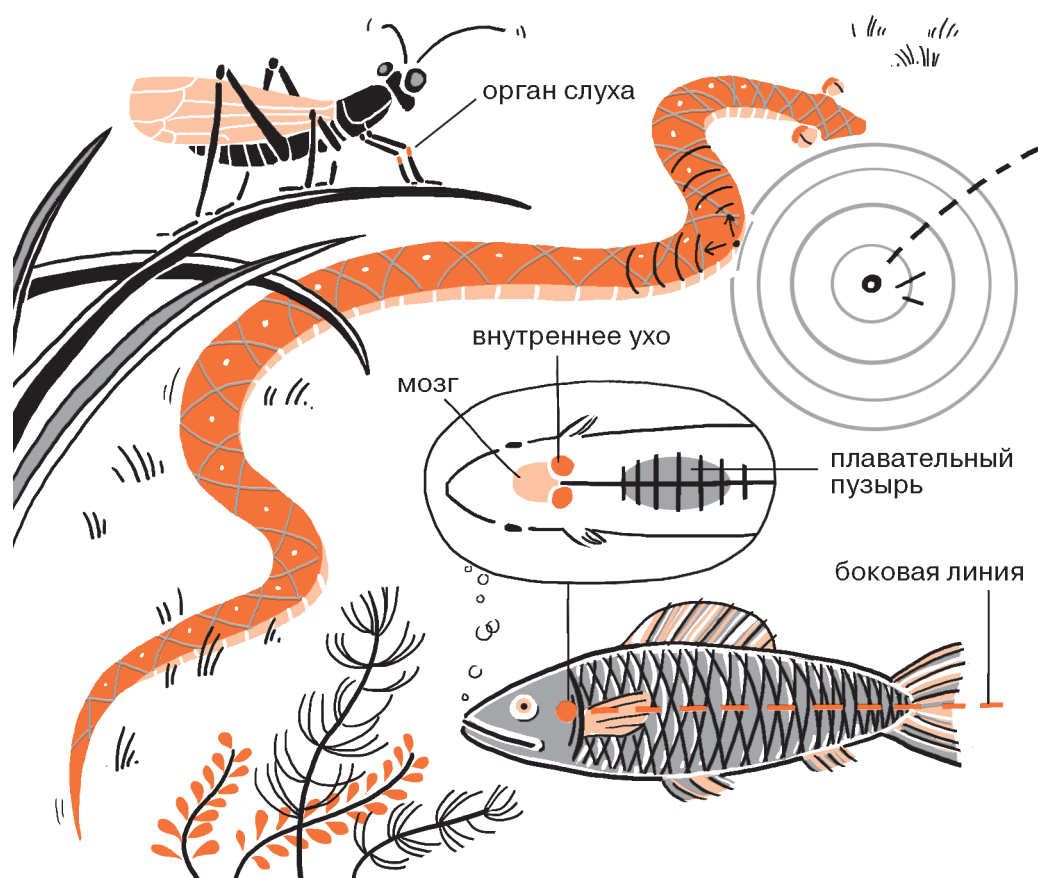
слуховой аппарат находится на голеньях передних ног. У змей нет ушей, и они не могут воспринимать звуки через воздух. Но зато змеи улавливают многие звуковые вибрации, проходящие через землю. Рыбы воспринимают звуковые волны в воде с помощью внутреннего уха и специального органа — **боковой линии**. Ещё один орган, **плавательный пузырь**, играет роль резонатора, усиливающего звуки. У многих рыб отличный слух, и они прекрасно слышат не только наши разговоры на берегу, но даже шорохи. Поэтому рыболовы так не любят, когда во время рыбалки кто-то шумит. Рыбу очень легко спугнуть!

Как ты думаешь, зачем человеку два уха? Может, одно лишнее? Конечно, нет. Благодаря тому, что у нас два уха, мы можем определить, с какой стороны исходит звук. Например, позвала тебя мама. И ты сразу поворачиваешь голову в её сторону. Потому что то ухо, которое к маме ближе, услышало её голос чуть раньше и громче, чем другое. Твой мозг уловил эту разницу и определил, откуда пришёл звук.



А доводилось ли тебе слышать «шум моря» в большой морской раковине? Интересно, как он там возникает? Может, в ракушках специальные нанодатчики с микросхемами, которые улавливают шум морского прибоя на расстоянии тысяч километров? Или внутри ракушки есть маленький проигрыватель? Вовсе нет. Раковина просто отражает и усиливает звуки вокруг нас, в том числе и звуки крови, которая течёт в нашем теле по кровеносным сосудам. Все эти звуки смешиваются, и мы слышим гул, похожий на шум морского прибоя.

То же самое мы услышим, если приложим к уху не раковину, а, например, чашку или ладошку, сложенную лодочкой. Но с ракушкой, конечно, «слушать море» интереснее.





#### Глава 4

## КОЛОКОЛЬНЫЙ ЗВОН ИЗ ЛОЖКИ

Кстати, чтобы услышать «шум прибоя», необязательно что-то прикладывать к уху. Достаточно просто плотно закрыть уши пальцами. Тогда окружающие звуки, конечно, станут тише, зато мы лучше услышим, как протекает кровь по кровеносным сосудам. А если начнём говорить, то наш голос для нас самих будет звучать намного громче, чем для окружающих.

Дело в том, что звуковые колебания распространяются не только в воздухе, но и в жидкостях, и в твёрдых телах. Причём распространяются намного быстрее и лучше (то есть с меньшими потерями), чем в воздухе.

Попробуй что-нибудь тихонечко говорить и заткни при этом уши. Твой тихий голос сразу станет очень громким. Потому что теперь звук голоса достигает ушей не через воздух, а через твоё тело (точнее, через голову). Тот же эффект получится, если ты заткнёшь уши, когда грызёшь сухарик. Легкий шум разгрызаемого сухаря превратится в грохот!

Великий немецкий композитор Бетховен рано оглох. Но говорят, что он мог слушать игру на рояле, приставив к нему трость, конец которой композитор держал в зубах. Видимо, болезнь не задела органы внутреннего

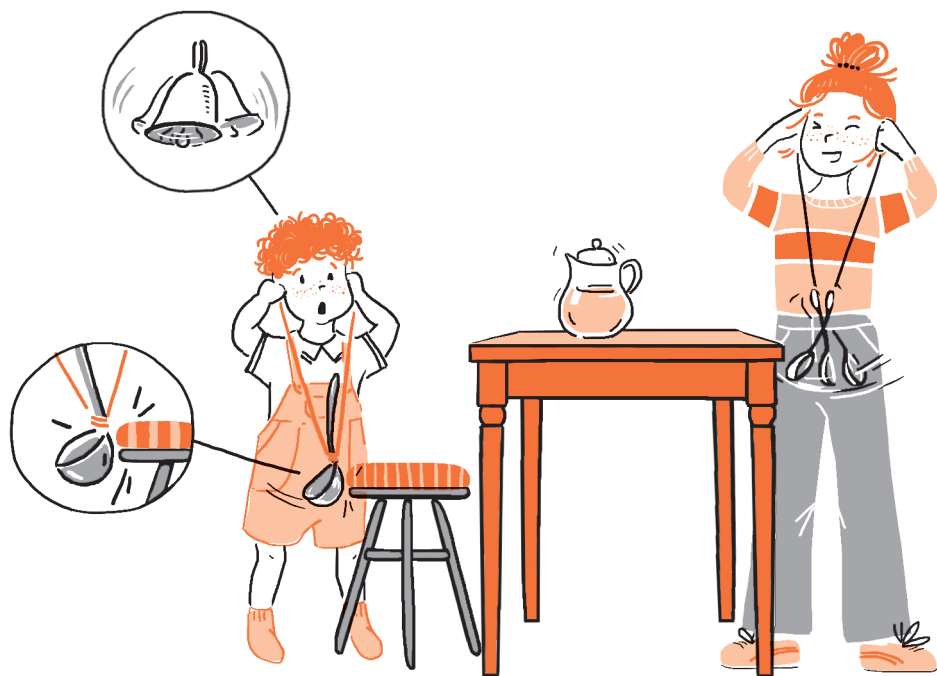


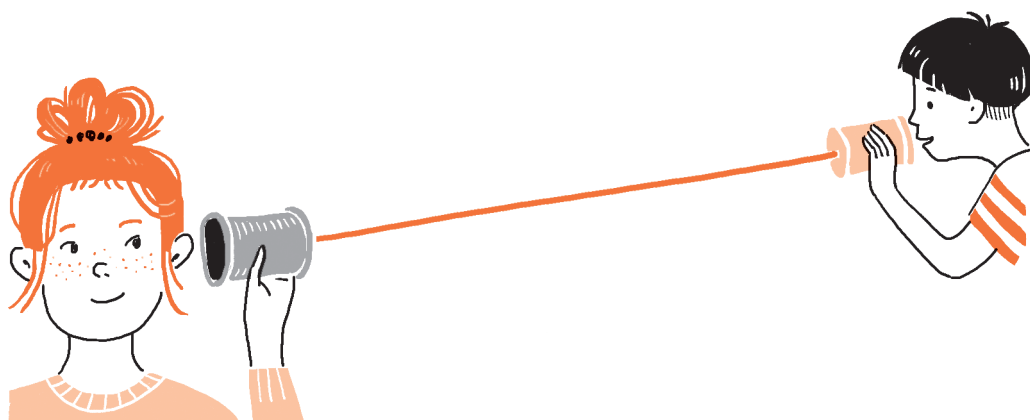
уха. И звуковые колебания передавались во внутреннее ухо через твёрдые тела (трость и кости черепа).

Давай поставим научный эксперимент: проверим, как распространяется звук, если ударить ложкой по столу или любому другому твердому предмету.

Привяжи металлическую ложку (или вилку) к верёвке ровно посередине. Вместо верёвки можно взять длинный шнурок. Концы верёвки накрути на указательные пальцы. Стукни ложкой о стол — и ты услышишь звяканье. Ложка и стол от удара стали колебаться, и эти колебания добежали до твоих ушей по воздуху как не очень громкий звук.

А теперь зажми уши указательными пальцами и стукни ложкой по столу ещё раз. Слышишь, как звонко загудела ложка? Будто зазвонили в колокол. А всё потому, что звуковые колебания в этом случае добежали до твоих ушей не через воздух, а по верёвке. По дороге они не растеряли свою силу, поэтому звук и был таким громким.





## Глава 5

# ПРОСТЕЙШИЙ ТЕЛЕФОН, СКАЧУЩАЯ ЛОШАДЬ И ВСПЛЕСКИ ВОДЫ

С помощью этой же верёвки и пластиковых стаканчиков можно сделать простейший телефон. Для этого стаканчики надо проткнуть шилом (попроси взрослых тебе помочь), продеть в дырочки концы верёвки и прикрепить их, как показано на рисунке.

Если ты будешь говорить в один стаканчик, то в другом будет всё очень хорошо слышно. Даже если человек на другом конце будет стоять очень далеко! Чем длиннее верёвка, тем интереснее этот опыт. Главное, чтобы она была хорошо натянута и ни за что не цеплялась.

Как действует этот телефон? Когда ты заговорил, дно твоего стаканчика начало колебаться. Колебания по верёвке добежали до другого стаканчика и заставили колебаться и его дно. Эти колебания точь-в-точь повторили те, которые были в твоём стаканчике. И уши твоего собеседника услышали в стаканчике именно то, что ты сказал.

А если во время разговора ты дотронешься до верёвки, то почувствуешь, как она вибрирует. Эта вибрация (колебания) передастся твоей руке и тогда дальше уже не пойдёт. Поэтому в другом стаканчике звук пропадёт.

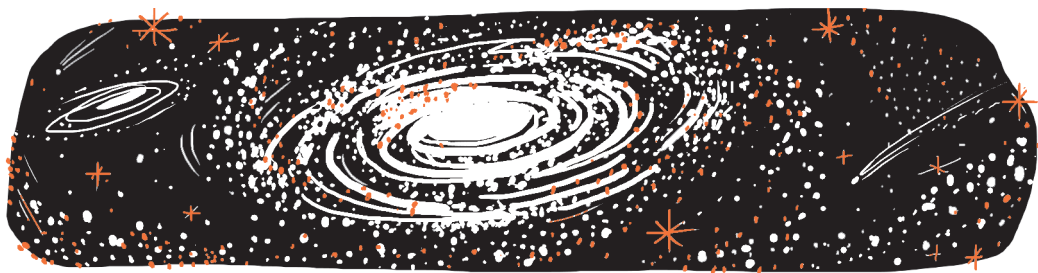
Вместо стаканчиков можно взять любые коробочки подходящего размера, например, спичечный коробок или широкую крышку от пластиковой баклажки. А вместо верёвки — обычную крепкую нитку или рыболовную леску.

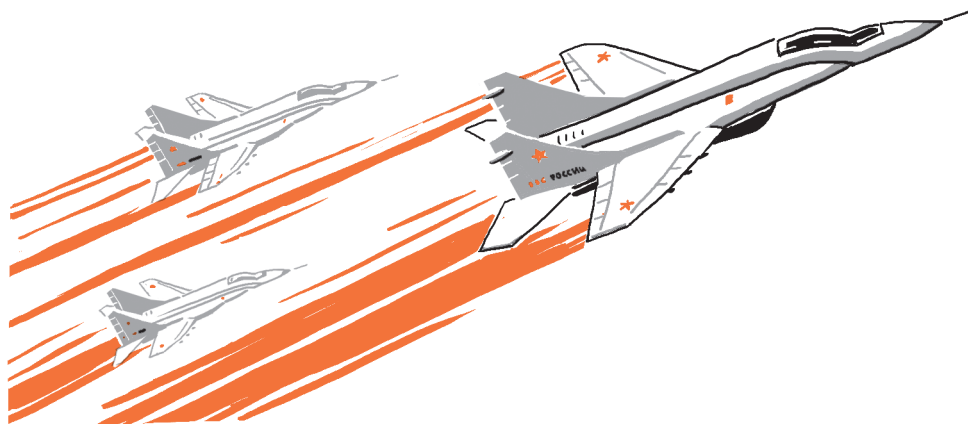
Звуковые волны хорошо бегут не только по верёвочке, но и по другим твёрдым предметам. Например, по земле далеко передаётся звук копыт скачущей лошади. Если приложить ухо к земле, он будет хорошо слышен, даже если всадника ещё не видно. А когда в многоэтажном доме сверлят стену, этот звук отчётливо слышен на соседних этажах и сверху, и снизу.

И если постучать по батарее, звук тоже услышат все соседи. Звуки в металлах распространяются очень хорошо. Правда, делать этого не стоит, особенно ночью. Такой научный эксперимент многие могут расценить как обычное хулиганство.

В воде звуковые волны тоже хорошо распространяются. Например, если в море или реке нырнуть в воду, то можно услышать звуки купающихся рядом людей, всплески волн или рокот мотора проходящего вдали катера.

И только в космосе звуковые волны не распространяются: там нет воздуха, который переносит звуки. Поэтому в космосе стоит полная тишина.





## Глава 6

# ПОЧЕМУ ГРОМ ОТСТАЁТ ОТ МОЛНИИ. СКОРОСТЬ ЗВУКА

Замечал ли ты, что во время грозы сначала сверкает молния, а только потом, через несколько секунд, слышен раскат грома? Но молния и гром возникают одновременно! Почему же гром отстаёт от молнии? Потому что молния — это свет, а гром — звук. А скорости света и звука разные.

Свет распространяется почти мгновенно — со скоростью 300 000 000 метров в секунду. Поэтому молнию мы видим практически сразу. А скорость звука в воздухе почти в миллион раз меньше, чем скорость света, и составляет около 340 метров в секунду. И звуку грома, чтобы добраться до наших ушей, понадобится несколько секунд.

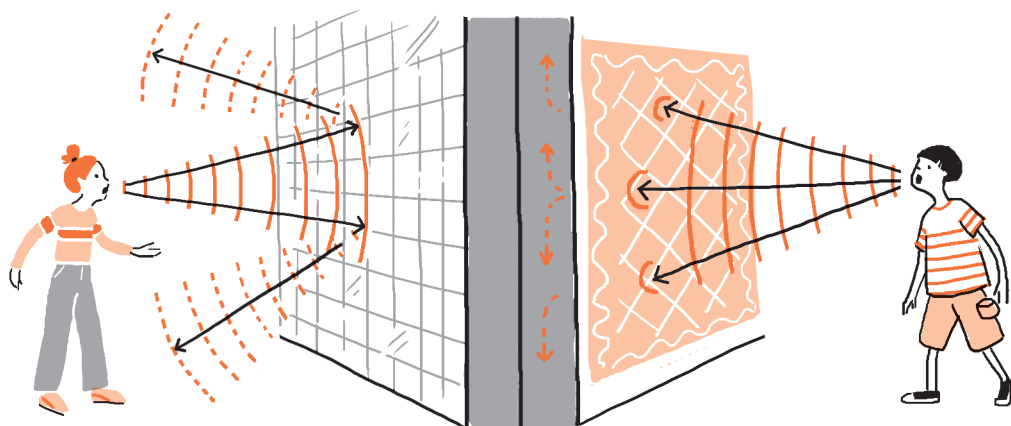
А если это время умножить на скорость звука, то можно узнать расстояние до того места, где в небе вспыхнула молния. Например, если гром мы услышали через три секунды после молнии, то расстояние до молнии около километра ( $3 \text{ с} \cdot 340 \text{ м/с} = 1020 \text{ м}$ ).

А почему молния сверкнёт — и исчезнет, а раскаты грома слышны дольше? Потому что длина молнии может составлять несколько километров. И до нашего уха сначала доходят звуки грома от ближайших участков молнии, потом друг за другом добегают звуковые волны от дальних участков. Вот и получается грохот грома продолжительнее, чем сверкание молнии.

О молниях мы ещё поговорим в третьей книге, которая будет посвящена электричеству. А пока вернёмся к скорости звука. Его средняя скорость — 340 метров в секунду. В тёплом воздухе она чуть выше, в холодном — меньше. В воде звук перемещается примерно в четыре раза быстрее, чем в воздухе. А в твёрдых телах его скорость ещё больше. Например, в стали звуковые волны распространяются примерно в 15 раз быстрее, чем в воздухе.

Так что у звука не такая уж и большая скорость. Некоторые самолёты летают даже быстрее. Представляешь: летит в небе самолёт, а звука не слышно. А когда самолёта уже и след простыл, только тогда мы начинаем слышать звук, будто над нами пролетает самолёт-невидимка.





## Глава 7

# ЭХО, ПУСТАЯ КОМНАТА И ТЕАТР. ОТРАЖЕНИЕ И ПОГЛОЩЕНИЕ ЗВУКОВ. АКУСТИКА

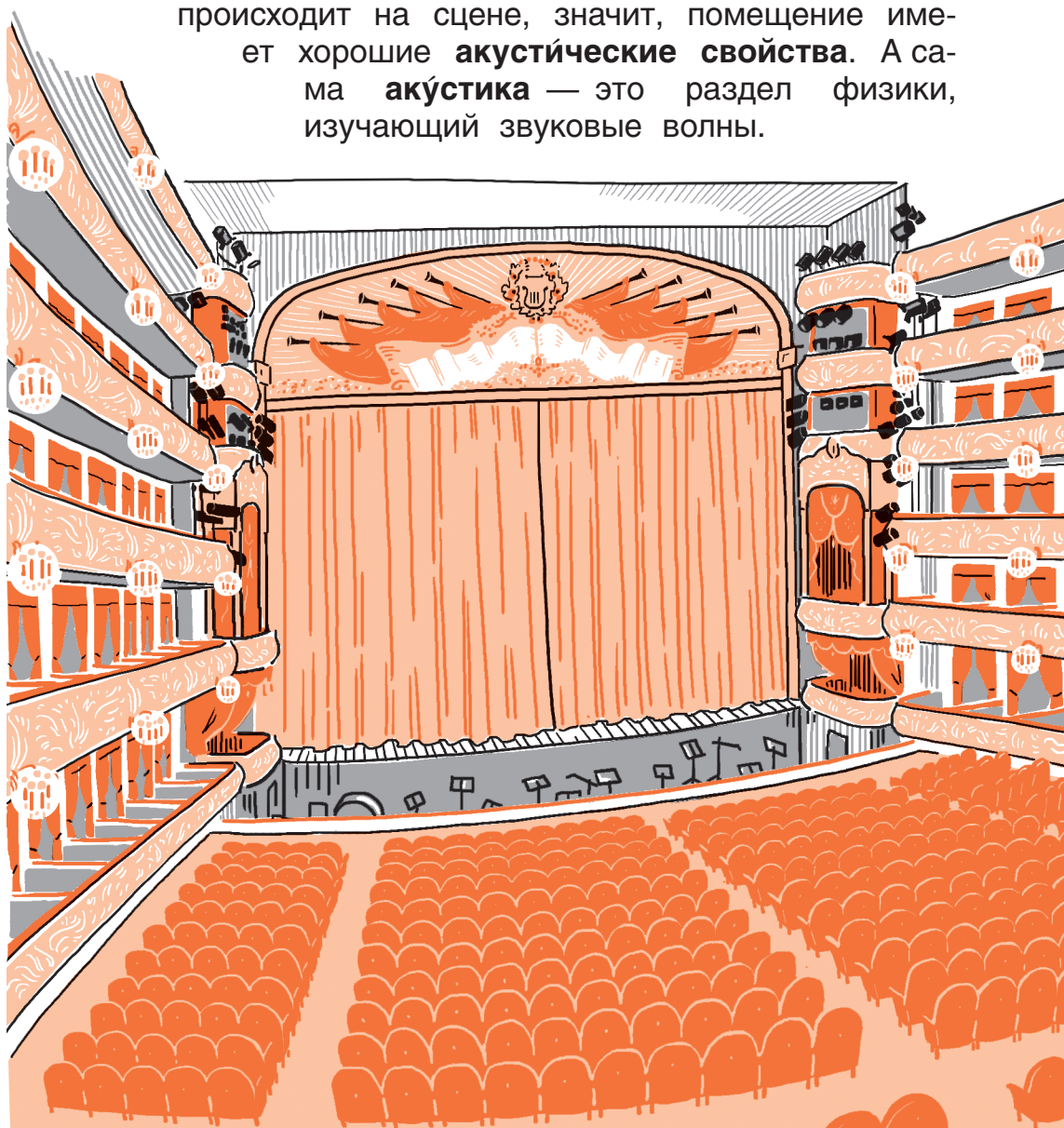
Что такое **эхо**? Это звук, отражённый от какой-нибудь преграды — горы, леса, большого здания. Слушая эхо, мы слышим звуковые волны, которые отразились от далёких предметов и вернулись к нам.

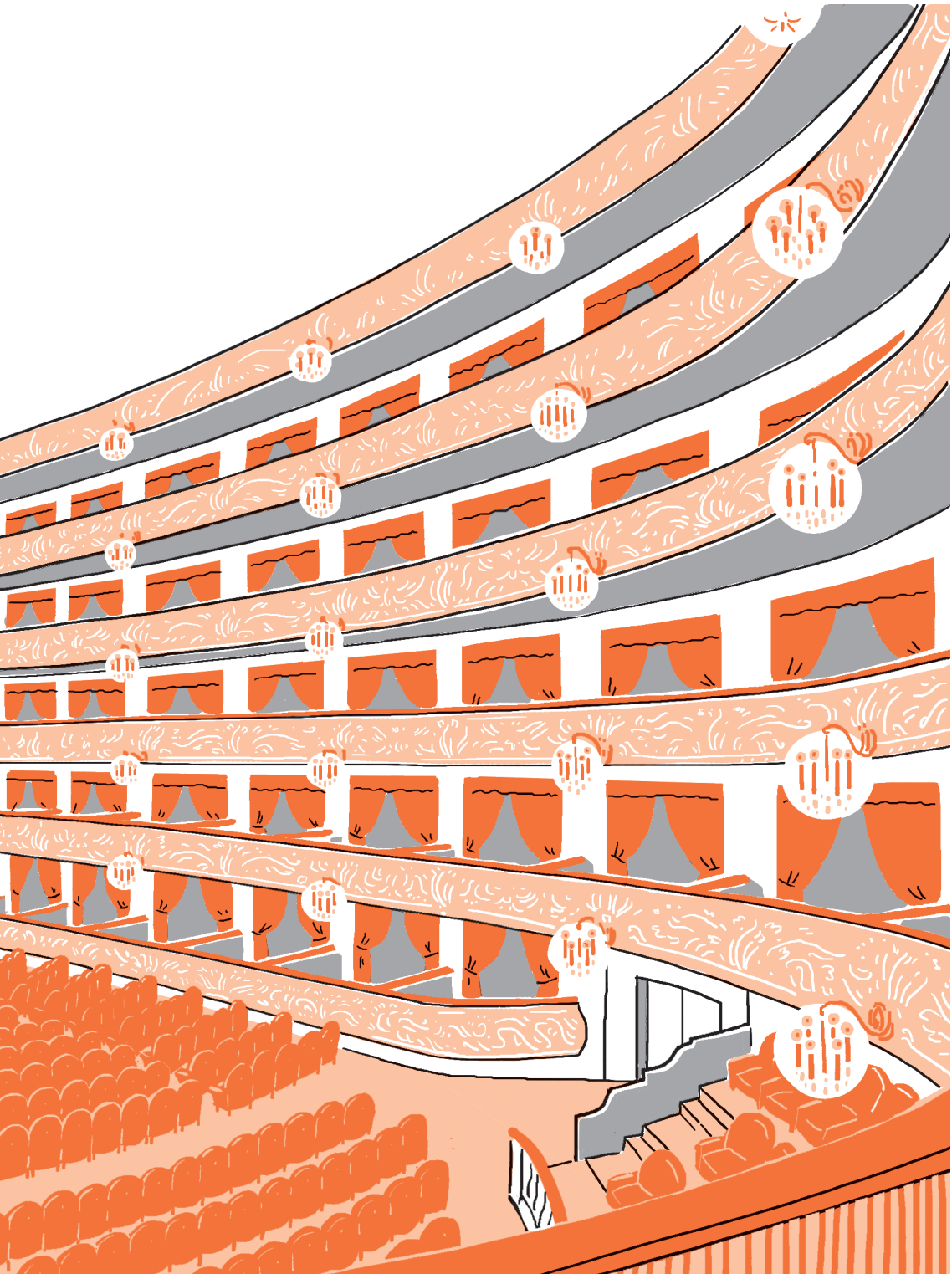
Но в маленьких помещениях, где стены расположены слишком близко, эха не услышишь. Потому что отразившиеся звуковые волны возвращаются настолько быстро, что мы не воспринимаем их как отдельные звуки. Поэтому в совершенно пустой комнате (например, во время ремонта или переезда на новую квартиру) все звуки кажутся более звонкими и громкими. Любой звук сливается со своим отражением (эхом) и воспринимается ушами как один звук, только более звонкий.

А когда комнату заставят мягкой мебелью, повесят ковры и занавески, эхо совсем пропадёт, и звуки станут мягче и тише.



Твёрдые плоские поверхности хорошо отражают звуки, а мягкие и неровные — поглощают. Эти особенности используют при постройке театральных сцен, концертных залов и других помещений такого рода. Поэтому всё: сцена, стены, занавесы, кресла для слушателей, рефлэкторы (отражатели звуков со сцены) — располагается с таким расчётом, чтобы избежать возникновения эха или чрезмерного поглощения звука. Если зрителям в зале хорошо слышно, что происходит на сцене, значит, помещение имеет хорошие **акустические свойства**. А сама **акустика** — это раздел физики, изучающий звуковые волны.









## Глава 8

# ЗАЧЕМ ЗАЙЦУ ДЛИННЫЕ УШИ. О РУПОРЕ

Ты, наверное, видел, как старые люди приставляют к уху ладошку, чтобы лучше слышать. Можешь сам попробовать так сделать, и ты убедишься, что это действительно помогает. Ладонь будто ловит пролетающие мимо звуки и направляет их в ухо.

Так оно и есть. Часть звуков уже не пролетает мимо, а отражается от ладони и попадает в ухо.

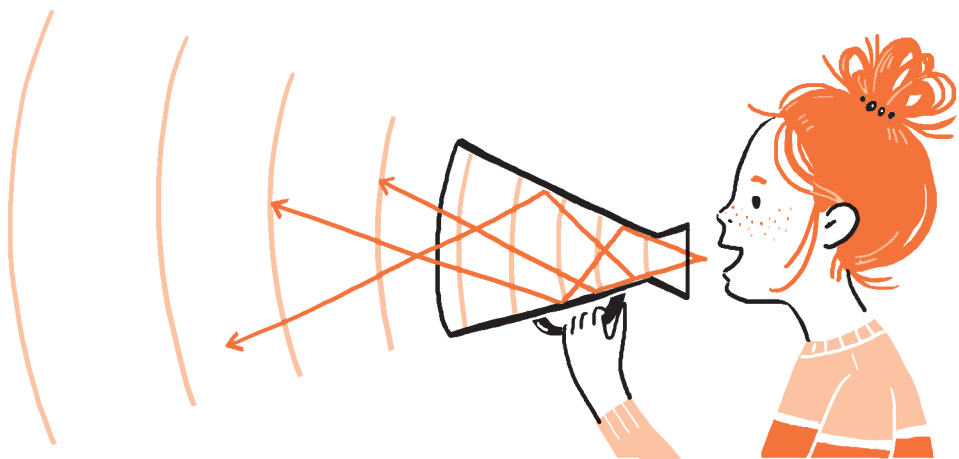


А если сделать из картона **рупор** и приставить узкое отверстие к уху, то все окружающие звуки будут слышны ещё лучше. Рупор широким концом словно собирает звуки, заставляет их отражаться от своих стенок и направляет их все в узкий конец — прямо к нам в ухо.

Это похоже на то, как если бы мы захотели собрать дождевую воду в бутылку. Вода набиралась бы медленно, так как в узкое горлышко попадает мало дождевых капель. Но если мы поставим воронку, то в её широкий конец будет попадать намного больше капель. И все они будут стекать через воронку в узкое горлышко бутылки.

Поэтому и уши наши немного напоминают воронку — они «собирают» звуки. Чем больше уши, тем лучше будут слышны окружающие звуки. Вот, оказывается, зачем зайцу такие длинные уши, — чтобы «поймать» больше звуков, то есть чтобы лучше слышать.

Рупор применяется для того, чтобы в него говорить. Наш голос при этом становится громче и мощнее. Здесь тоже используется свойство звука отражаться от гладких поверхностей. Звуковые волны, проходя через рупор, не рассеиваются во все стороны, а идут в одном направлении. И за счёт этого звук получается более мощный.





## Глава 9

# ВОЛНЫ БОЛЬШИЕ И МАЛЕНЬКИЕ. ГРОМКОСТЬ ЗВУКА

Звуки бывают **громкие** (интенсивные, то есть сильные) и **тихие** (слабые). Если вспомнить, что распространение звука похоже на волны вокруг брошенного в воду камешка, то можно провести такую аналогию: громкие звуки создают сильные колебания — это большие, высокие волны. А тихие звуки слабенькие — как небольшие волны или еле заметная рябь на воде. Высота волн называется **амплитудой**. Чем больше амплитуда звуковых волн, тем громче звук.

И как волны становятся всё меньше и меньше, разбегаясь кругами от упавшего в воду камня, так и звук затихает, удаляясь от источника звука.

Если включить музыку на полную громкость около наших ушей, то, как бы ни хороша была мелодия, ушам будет больно от таких звуков. Отойдём на несколько шагов — и звук уже будет не таким громким. Чем дальше мы будем находиться от источника звука, тем тише будет сам звук.

Громкость звука измеряется в **децибелах**, кратко их обозначают так — дБ. Самый слабый звук, который мо-

жет услышать человеческое ухо, — примерно 10 дБ. Это, например, звук падающего с дерева листочка. Тиканье ручных часов на расстоянии 1 метра или тихий шепот — это 30 дБ, разговор — 50 дБ, крик — 70 дБ.

Звуки громче 80 дБ могут вызвать нарушение слуха, а громче 110 дБ вообще вредны для здоровья человека и даже могут вызывать болезненные ощущения. Посмотри на шкалу громкости и ответь: каких именно звуков нужно избегать?

Иногда люди вынуждены находиться вблизи очень громких механизмов или других источников звука. И тогда, чтобы защитить свои уши, они носят специальные наушники.

