ВЫХОДИТ РАЗ В ДВЕ НЕДЕЛИ

Рекомендуемая розничная цена: 279 руб.
Розничная цена: 49,90 грн, 39 900 бел. руб., 990 тенге

Занимательные ГОЛОВОЛОМКИ

КОЛЛЕКЦИЯ ЛОГИЧЕСКИХ ИГР ОТ DeAGOSTINI

43

Скользящий куб

ISSN 2225-1782
00043
9 772225 178772

DeAGOSTINI

занимательные ГОЛОВОЛОМКИ

КОЛЛЕКЦИЯ ЛОГИЧЕСКИХ ИГР ОТ DeAGOSTINI

В этом выпуске:

Математическая вселенная

Треугольники и окружности — первые геометрические фигуры, которые учатся рисовать дети. Это, несомненно, простейшие фигуры, однако, как часто бывает в математике, простое часто порождает невероятно сложное и таит в себе множество загадок. С помощью карандаша и бумаги нетрудно обнаружить многие свойства треугольников, подчас весьма удивительные.

Блистательные умы

Математик и философ Герман Вейль продемонстрировал не только удивительную глубину мысли, охватив множество самых разных областей науки, но и невероятную точность мышления, которая нашла проявление в отточенном стиле его работ. Он внес существенный вклад в философию математики, рассмотрев такую важную тему, как существование актуальной бесконечности.

Математика на каждый день

Винтовые линии Когда точка движется в пространстве, вращаясь вокруг оси и одновременно смещаясь вдоль нее, образуется геометрическая фигура, известная как винтовая линия. Форму винтовой линии имеют многие природные и искусственные объекты, и эта кривая встречается в природе столь часто, что представляет собой скорее правило, чем исключение.

Математические задачки

Задачи обхода от Генри Э. Дьюдени. Простейшие задачи обхода могут стать прекрасными головоломками, если их несколько усложнить, введя дополнительные условия. Сегодня вы познакомитесь с несколькими подобными усложненными задачами. Эти головоломки, позволяющие обобщить некоторые факты о геометрических фигурах, — отличная разминка для ума.

Головоломки

Скользящий куб Существует множество различных соединений деревянных деталей, в которых используются гвозди, шипы, угловые соединения, пазы, зубчатые соединения и так далее. Создатели игр применяют некоторые из этих соединений для скрепления элементов деревянных головоломок, в которых нужно правильно соединить детали, а затем вновь разъединить их при разборке. Таковы, например, крестообразные соединения, элементы которых накладываются друг на друга под прямым углом.

«ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ ГОЛОВОЛОМКИ»
Издание выходит раз в две недели
Выпуск № 43, 2013
РОССИЯ

ИЗДАТЕЛЬ, УЧРЕДИТЕЛЬ, РЕДАКЦИЯ:
ООО «Де Агостини», Россия
ЮРИДИЧЕСКИЙ АДРЕС: 105 066, г. Москва,
ул. Александра Лукьянова, д.3, стр.1
Письма читателей по данному адресу не принимаются.

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР: Николаос Скилакис
ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР: Анастасия Жаркова
ВЫПУСКАЮЩИЙ РЕДАКТОР: Варвара Степановская
ФИНАНСОВЫЙ ДИРЕКТОР: Наталия Василенко
КОММЕРЧЕСКИЙ ДИРЕКТОР: Александр Якутов
МЕНЕДЖЕР ПО МАРКЕТИНГУ: Михаил Ткачук
МЛАДШИЙ МЕНЕДЖЕР ПО ПРОДУКТУ:
Любовь Мартынова

Уважаемые читатели! Для вашего удобства рекомендуем приобретать выпуски в одном и том же киоске и заранее сообщать продавцу о вашем желании покупать следующие выпуски коллекции.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) ПИ № ФС77-43310 от 28.12.2010 г.

Для заказа пропущенных номеров
и по всем вопросам, касающимся информации о коллекции, заходите на сайт
www.deagostini.ru

По остальным вопросам обращайтесь по телефону бесплатной «горячей линии» в России:
8-800-200-02-01

Телефон «горячей линии» для читателей Москвы:
8-495-660-02-02

АДРЕС ДЛЯ ПИСЕМ ЧИТАТЕЛЕЙ:
Россия, 105066, г. Москва, а/я 13, «Де Агостини»,
«Занимательные головоломки»

РАСПРОСТРАНЕНИЕ:
ООО «Бурда Дистрибьюшен Сервисиз»

УКРАИНА
ИЗДАТЕЛЬ И УЧРЕДИТЕЛЬ:
ООО «Де Агостини Паблишинг», Украина
ЮРИДИЧЕСКИЙ АДРЕС: 01032, Украина,
г. Киев, ул. Саксаганского, д. 119
ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР: Екатерина Клименко

Свидетельство о государственной регистрации печатного СМИ Министерства юстиции Украины КВ № 17502-6252Р от 01.03.2011

АДРЕС ДЛЯ ПИСЕМ ЧИТАТЕЛЕЙ:
Украина, 01033, г. Киев, а/я «Де Агостини»,
«Занимательные головоломки»
Україна, 01033, м. Київ, а/с «Де Агостіні»

Для заказа пропущенных номеров
и по всем вопросам, касающимся информации о коллекции, заходите на сайт
www.deagostini.ua

По остальным вопросам обращайтесь по телефону бесплатной «горячей линии» в Украине:
0-800-500-8-40

БЕЛАРУСЬ
ИМПОРТЕР И ДИСТРИБЬЮТОР В РБ: ООО «Росчерк»,
220037, г. Минск, ул. Авангардная, д. 48а, литер 8/к,
тел./факс: +375 17 331-94-27.

Телефон «горячей линии» в Беларуси:
+375 17 279-87-87 (пн-пт, 9.00 – 21.00)

АДРЕС ДЛЯ ПИСЕМ ЧИТАТЕЛЕЙ: Республика Беларусь,
220040, г. Минск, а/я 224, ООО «Росчерк», «Де Агостини»,
«Занимательные головоломки»

КАЗАХСТАН
РАСПРОСТРАНЕНИЕ: ТОО «КГП «Бурда-Алатау-Пресс»

РЕКОМЕНДУЕМАЯ РОЗНИЧНАЯ ЦЕНА: 279 руб.
РОЗНИЧНАЯ ЦЕНА: 49,90 грн, 39 900 бел. руб., 990 тенге

ОТПЕЧАТАНО В ТИПОГРАФИИ: ООО «Компания Юнивест Маркетинг», 08500, Украина, Киевская область, г. Фастов, ул. Полиграфическая, 10

ТИРАЖ: 68 000 экз.

Издатель оставляет за собой право изменять последовательность номеров и их содержание.

Издатель оставляет за собой право увеличить рекомендуемую цену выпусков.

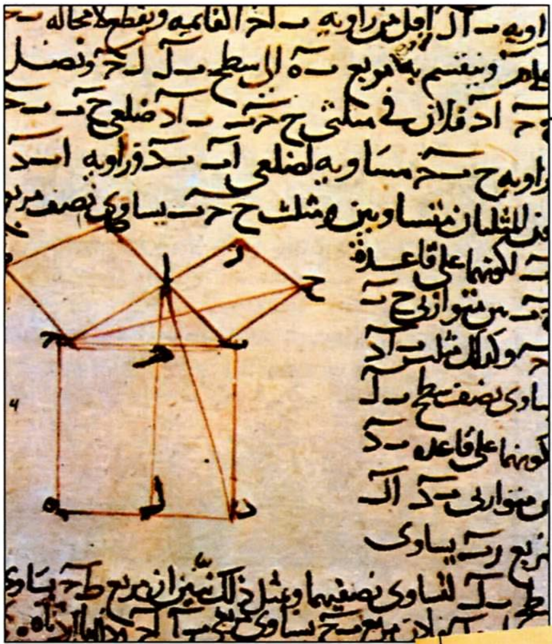
Неотъемлемой частью каждого выпуска является приложение.

ISSN 2225-1782

ДАТА ВЫХОДА В РОССИИ: 24.09.2013

Простые и сложные одновременно

Треугольники

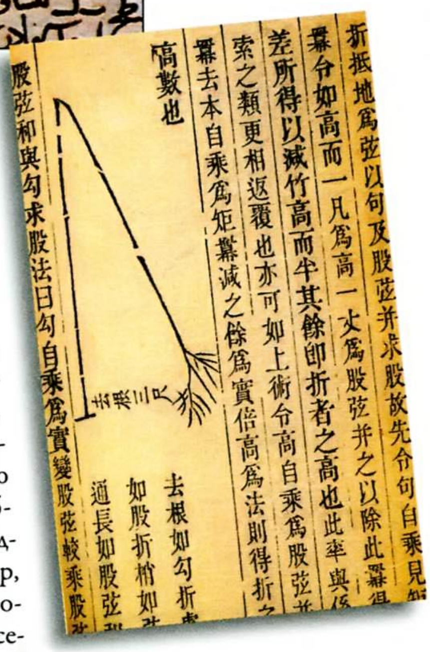


◀ *Любой многоугольник, у которого больше трех сторон, можно разбить на несколько треугольников. Благодаря этому удивительному свойству треугольник является одной из важнейших геометрических фигур, известных с древних времен в столь разных цивилизациях, как китайская и арабская (на иллюстрации — фрагмент рукописи XII века).*

Треугольники и окружности — первые геометрические фигуры, которые учатся рисовать дети. Это, несомненно, простейшие фигуры, однако, как часто бывает в математике, простое порождает невероятно сложное и таит в себе множество загадок. Все известные на сегодняшний день свойства треугольников едва ли поместятся в десяток объемных томов.

Треугольники словно предлагают поиграть с ними. С помощью карандаша и бумаги нетрудно обнаружить многие их свойства, подчас весьма удивительные. Например, можно выбрать произвольную сторону треугольника и провести к ней серединный перпендикуляр, затем провести такой же перпендикуляр к другой стороне и рассмотреть точку их пересечения. Если вы построите перпендикуляры точно, то убедитесь, что серединный перпендикуляр к третьей стороне пройдет через ту же точку. Может, это просто совпадение? Повторим это построение для самых разных треугольников, с очень маленькими или очень большими углами, и всякий раз это свойство будет сохраняться. Однако очевидно, что, сколь точно мы ни проводили бы эти перпендикуляры, наши чертежи нельзя считать строгим геометрическим доказательством.

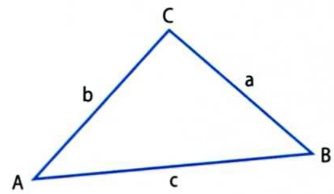
Тем не менее, такие игры, позволяющие легко открыть необычные свойства треугольников, — прекрасный способ начать знакомство с геометрией треугольников, одним из популярнейших разделов геометрии XIX века.



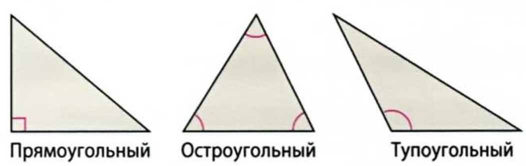
▲ *В этой рукописи XIII века записана часть условия так называемой задачи сломанного бамбука. Полученный прямоугольный треугольник использовался китайскими математиками при решении широкого круга задач, связанных с треугольниками.*

Основные элементы

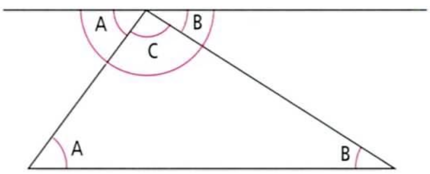
Сначала нужно дать определение треугольнику и его основным элементам. Треугольник — это выпуклый многоугольник с тремя сторонами и тремя углами (это определение в некоторой степени избыточно). Можно также определить треугольник как фигуру, которая получается, если соединить отрезками три точки, не лежащие на одной прямой. Обычно углы обозначаются заглавными латинскими буквами, стороны — строчными буквами, при этом угол и противолежащая ему сторона обозначаются одной и той же буквой.



В зависимости от соотношения длин сторон треугольники можно разделить на равносторонние (все три стороны равны), равнобедренные (две стороны равны) и разносторонние (все их стороны имеют разную длину). Их также можно разделить в зависимости от величин углов: прямоугольные (один из углов прямой), остроугольные (все три угла острые) и тупоугольные (один из углов тупой).



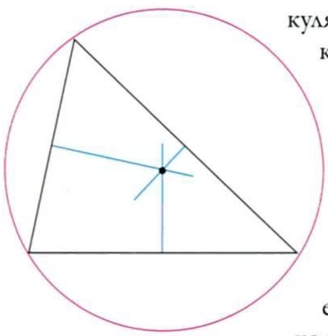
В последней классификации по величинам углов уже можно увидеть первое ограничение. Например, не существует треугольников с двумя тупыми углами. Причиной этому является первое важное свойство треугольников: сумма трех внутренних углов треугольника всегда равна 180°. Доказательство этого свойства очень простое. Достаточно взглянуть на следующий рисунок.



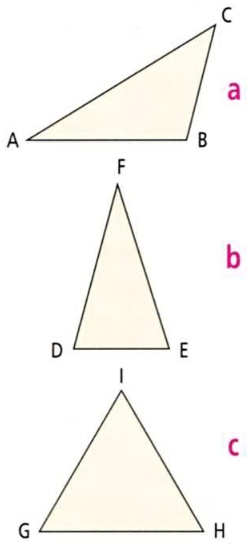
Обратите внимание, что углы, обозначенные одной буквой, равны как вертикальные, а величина развернутого угла по определению равна 180°.

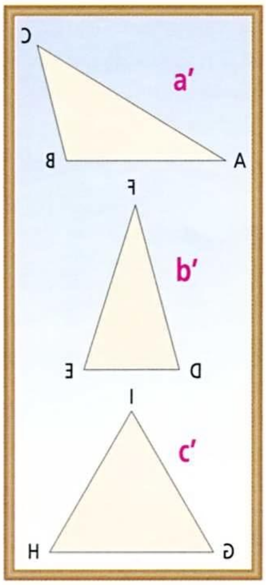
Центры

Расскажем о некоторых важных точках, которые присутствуют в любом треугольнике. Первая из них определяется построением серединных перпендикуляров, которое мы описали в начале. Серединный перпендикуляр к отрезку определяется как прямая, перпендикулярная к данному отрезку и делящая его на две равные части. Точка пересечения серединных перпендикуляров является центром окружности, описанной вокруг треугольника, то есть окружности, проходящей через три его вершины.



Центр описанной окружности

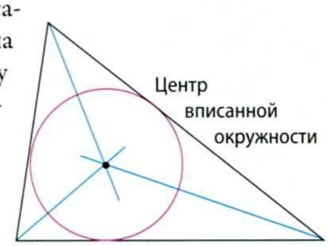




Другая важная окружность, связанная с треугольником, — это вписанная окружность, которая лежит внутри треугольника и касается всех его сторон. Центром этой окружности является точка пересечения биссектрис всех трех углов треугольника. Эту точку рассмотрел Евклид в IV книге «Начал».

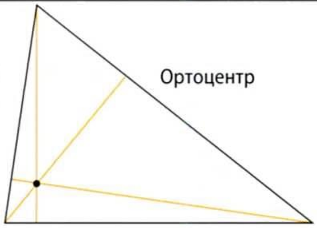
► *На этом поперечном разрезе турмалина вы можете видеть призматическую структуру камня, образованную последовательностью равносторонних треугольников.*

Очевидно, чтобы определить положение этой точки, достаточно провести всего две биссектрисы. Третья может служить проверкой правильности построения. Расстояния от точки пересечения биссектрис до всех сторон треугольника равны, так как они равны радиусу вписанной окружности (напомним, что касательная перпендикулярна радиусу, проведенному в точку касания). С другой стороны, высота треугольника определяется как перпендикуляр, опущенный из его вершины на противоположную сторону.

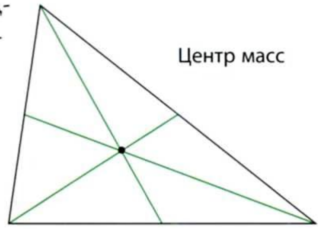


◄▲► *Алиса задалась вопросом: как выглядит мир по ту сторону зеркала? Как видно на прекрасных иллюстрациях Джона Тенниела к оригинальному изданию книги, мир Зазеркалья зеркален по отношению к миру Алисы. Произвольный разносторонний треугольник (a) заменяется его зеркальным отображением (a'), а равнобедренный треугольник, основанием которого является его кратчайшая сторона, будет неотличим от исходного (b, b'). Почему? Равнобедренные треугольники обладают осевой симметрией, осью которой является биссектриса угла, лежащего против основания. Следовательно, и равносторонние треугольники (длины всех их сторон равны) по ту сторону зеркала всегда будут оставаться неизменными (c, c').*

Ортоцентром называется точка пересечения высот треугольника.



Наконец, медианой называется отрезок, соединяющий вершину треугольника с серединой противоположной стороны. Центр масс треугольника определяется как точка пересечения трех его медиан. Эта точка также называется барицентром (от древнегреческого «барос» — тяжелый). Это означает, что если мы изготовим плоский треугольник из однородного материала и подвесим его за отверстие, совпадающее с центром масс, то он будет находиться в равновесии.



▲ *Хотя египтянам была неизвестна теорема Пифагора в общем виде, они нашли способ построения перпендикуляров с помощью веревки, натягиваемой через три колышка в виде прямоугольного треугольника. На рисунке землемеры держат в руках именно такую веревку.*

Вневписанные окружности

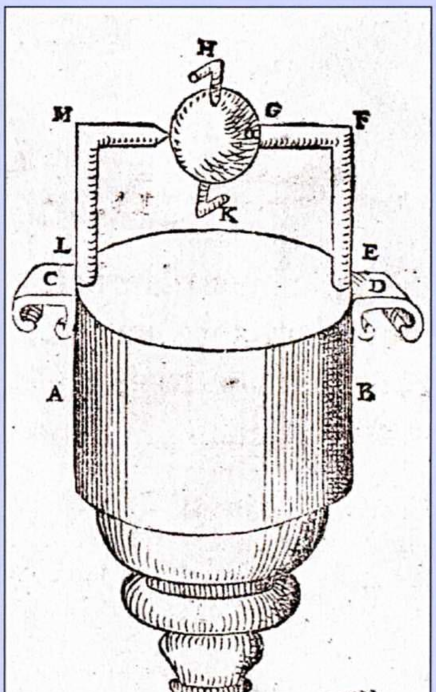
Окружности, касающиеся одной из сторон треугольника и продолжений двух других, называются вневписанными окружностями треугольника. Их центрами являются точки пересечения биссектрисы угла, противоположного стороне треугольника, которой касается окружность, и перпендикуляров к биссектрисам двух других углов треугольника.

Взяв за основу произвольный треугольник ABC, в котором проведены биссектрисы,

Формула Герона

Самая известная формула вычисления площади треугольника (или, по крайней мере, та, что должна быть самой известной) записывается так:

$$A = \frac{\text{основание} \cdot \text{высота}}{2}.$$



В качестве основания можно выбрать любую сторону треугольника. Единственное, что нужно учитывать, — высота должна быть проведена к стороне, которую мы выбрали основанием треугольника:

$$A = \frac{a \cdot h_a}{2} = \frac{b \cdot h_b}{2} = \frac{c \cdot h_c}{2}.$$

Тем не менее, существует другая формула для вычисления площади треугольника, называемая формулой Герона, в которой не используется значение высоты. Считается, что Герон Александрийский сыграл ключевую роль в создании и развитии прикладной математики, поскольку все его открытия неизменно имели прямое практическое применение.

Одна из известнейших открытых им математических формул помогает вычислить площадь треугольника, если известны только длины его сторон. Практический характер этой формулы очевиден, если учесть, что всегда проще найти длину стороны треугольника, чем его высоту (это было особенно верно в эпоху, когда жил Герон), так как высоту для этого необходимо построить с особой точностью. Формула Герона для вычисления площади треугольника записывается следующим образом:

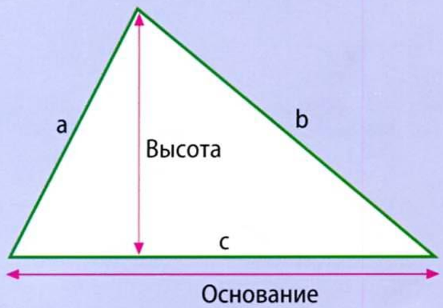
$$A = \sqrt{p\,(p-a)\,(p-b)\,(p-c)},$$

где p — полупериметр треугольника, то есть половина суммы длин его сторон:

$$p = \frac{a+b+c}{2}.$$

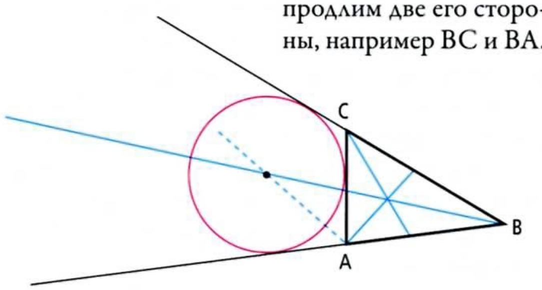
• • •

◄ *Герон Александрийский, древнегреческий мудрец, родившийся в Александрии в I веке, был не только математиком, но и выдающимся изобретателем. Среди его изобретений — первая в истории паровая машина.*



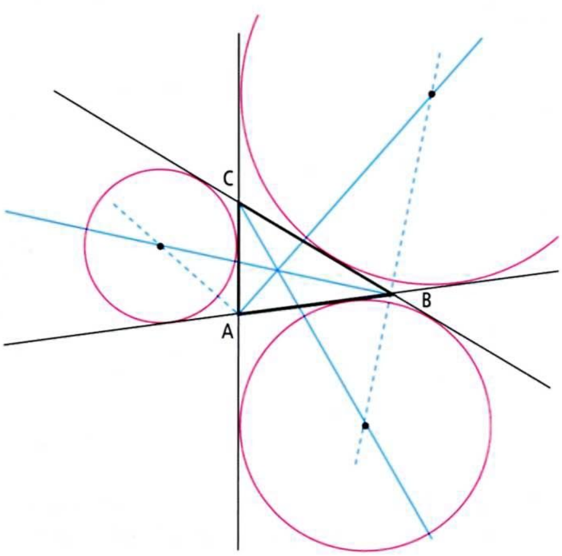
▲ *Площадь треугольника можно вычислить, зная его основание и высоту (выделена красным цветом), а также через его периметр (выделен зеленым цветом) по формуле Герона.*

продлим две его стороны, например BC и BA.



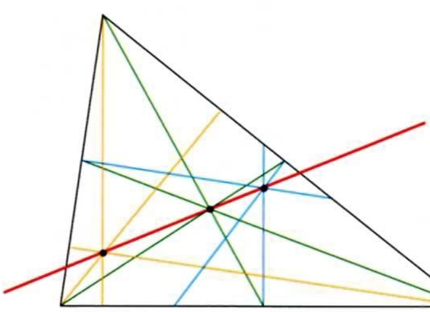
Теперь продолжим биссектрису угла B и проведем перпендикуляр к биссектрисе угла A, основанием которого является вершина A. Точка пересечения этого перпендикуляра с биссектрисой угла A будет центром вневписанной окружности, касающейся стороны AC и продолжений двух других сторон.

Выполнив аналогичные действия для остальных сторон треугольника, получим три вневписанные окружности.



Прямая Эйлера

В любом треугольнике центр масс, центр вписанной окружности и ортоцентр лежат на одной прямой, которая называется прямой Эйлера в честь швейцарского математика Леонарда Эйлера (1707–1783), доказавшего, что три указанные точки всегда лежат на одной прямой.



◀ На рисунке красным цветом выделена прямая Эйлера, которая проходит через центр масс треугольника (точку пересечения зеленых линий), центр описанной окружности (точку пересечения синих линий) и ортоцентр (точку пересечения желтых линий).

▲ В 1822 году был опубликован труд Фейербаха под названием Eigenschaften einiger merkwürdigen Punkte des geradlinigen Dreiecks und mehrerer durch sie bestimmten Linien und Figuren: Eine analytisch-trigonometrische Abhandlung («Свойства некоторых замечательных точек треугольника и различных прямых и фигур, определяемых ими. Аналитико-тригонометрический трактат»), который содержал теорему, названную в честь его автора.

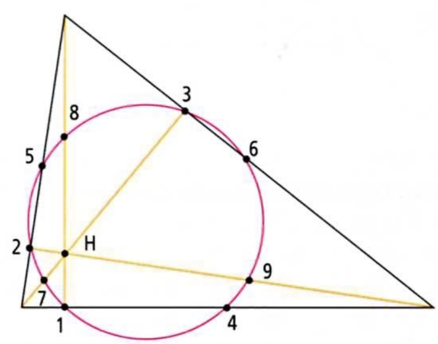
Теорема Фейербаха

Теорема, доказанная немецким математиком Карлом Вильгельмом Фейербахом (1800–1834), считается одной из вершин геометрии треугольников. Ее даже называли жемчужиной геометрии XIX века. Эта теорема связывает примечательные точки треугольника с окружностями. Чтобы лучше понять, чем замечательна эта теорема, сначала уточним некоторые моменты, касающиеся точек и окружностей.

Очевидно, что точка сама по себе не определяет окружность, так как для данной точки можно провести бесконечно много окружностей, проходящих через нее. Это же справедливо и в том случае, когда даны две точки, так как через них также можно провести бесконечно много окружностей — так называемый пучок окружностей. Через три точки, не лежащие на одной прямой, напротив, можно провести одну и только одну окружность, определяемую этими точками. По этой причине существует всего одна окружность, описанная вокруг треугольника, так как она проходит через три его вершины. С увеличением числа точек ограничений становится больше. Для четырех данных точек нельзя гарантировать, что существует окружность, проходящая через все эти точки. Далее ситуация только осложняется. В теореме Фейербаха идет речь об окружности, проходящей через девять точек!

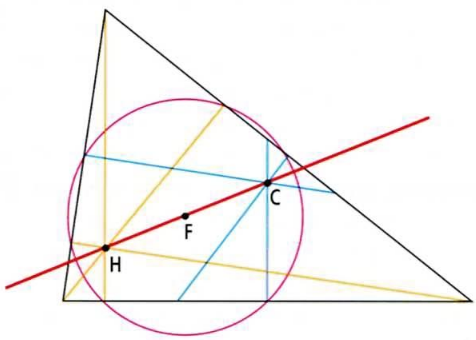
Окружность девяти точек

Рассмотрим высоты произвольного треугольника. Как известно, они пересекаются в точке H, которая называется ортоцентром треугольника.

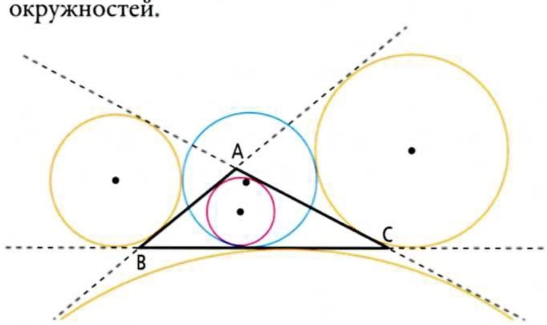


Рассмотрим три точки 1, 2 и 3, которые являются основаниями высот треугольника. Окружность, проходящая через три эти точки, называется окружностью Фейербаха. Эта окружность также проходит через середины сторон треугольника (точки 4, 5 и 6) и, что еще более удивительно, через точки 7, 8 и 9 — середины отрезков, соединяющих ортоцентр H с вершинами треугольника.

Существование этой окружности было доказано совместными усилиями французских математиков Шарля Жюльена Брианшона (1785–1864) и Жана-Виктора Понселе (1788–1867) в статье, опубликованной в «Анналах математики» в 1820 году. Вот почему эту окружность вполне можно было бы назвать окружностью Брианшона — Понселе. Однако в 1822 году была опубликована статья Карла Вильгельма Фейербаха, который независимо от Понселе и Брианшона сформулировал эту и другие теоремы. Теорема получила имя Фейербаха отчасти потому, что этот немецкий математик также доказал, что центр окружности девяти точек F располагается на прямой Эйлера, причем точно на середине отрезка этой прямой, соединяющего ортоцентр H с центром описанной окружности C.



Фейербах в этой же теореме доказал, что рассматриваемая окружность также касается других четырех — вписанной и всех трех вневписанных окружностей.



Доказательство этой теоремы несколько объемно и сложно, однако сейчас известны его сокращенные варианты. Тем не менее, как это обычно бывает, эти доказательства требуют обширных знаний. Фейербах, который доказал свою теорему в 22 года, использовал красивое уравнение, связывающее длины трех сторон треугольника a, b, c, радиус описанной окружности R и радиус вписанной окружности r:

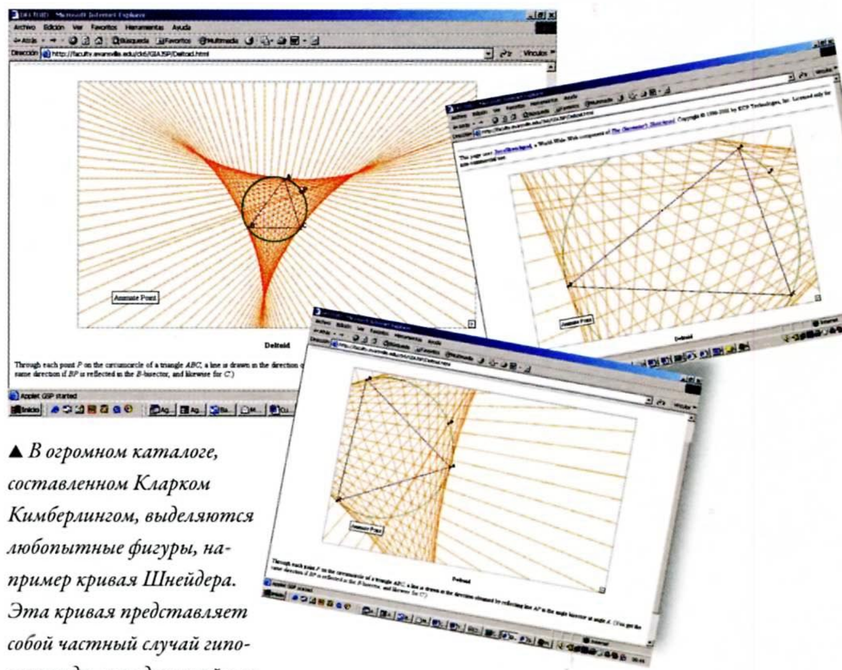
$$R = \frac{abc}{4rp},$$

где p — полупериметр треугольника.

Геометрия треугольника

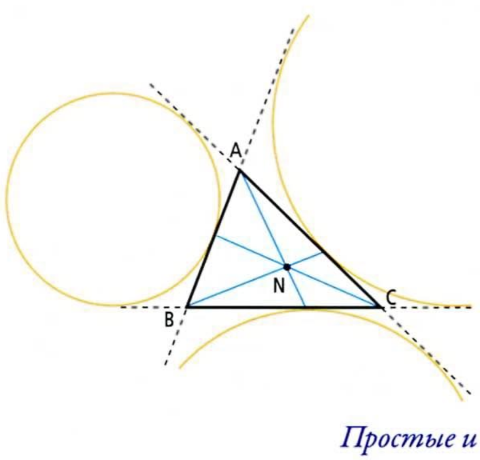
Ученые часто пытаются свести обширные разделы математики к некой структурированной теории, охватывающей их все, изучая взаимосвязи между ними. Тем не менее, треугольник обладает столькими свойствами, что все попытки сформулировать какую-либо единую геометрию треугольника потерпели неудачу. Были составлены каталоги, в частности каталоги Кларка Кимберлинга и Эдварда Бриссе, в которых предпринята попытка объединить и классифицировать примечательные точки и другие элементы геометрии треугольника.

Эти каталоги, подобные тем, что составляют астрономы для классификации звезд или музыковеды для классификации произведений композиторов, являются еще одним доказательством безграничного множества свойств, которые скрывают в себе треугольники.



▲ *В огромном каталоге, составленном Кларком Кимберлингом, выделяются любопытные фигуры, например кривая Шнейдера. Эта кривая представляет собой частный случай гипоциклоиды, определяемой как эвольвента прямых Симпсона для каждой из точек P окружности, описанной вокруг данного треугольника (выделена зеленым цветом). При изменении соотношения сторон треугольника форма кривой Шнейдера меняется.*

В классификации преподавателя математики в университете Эвансвилля Кларка Кимберлинга каждая из этих точек обозначается заглавной буквой X и числом n в виде X_n. Сначала приводятся наиболее известные точки: X_1 — центр вписанной окружности, X_4 — ортоцентр. Некоторые точки, например X_{11} — точка, в которой окружность девяти точек касается вписанной окружности, не столь известны. Например, точка X_8, называемая точкой Нагеля в честь Христиана Генриха фон Нагеля (1803–1882), образуется при пересечении прямых, соединяющих вершины треугольника с соответствующими точками касания вневписанных окружностей.



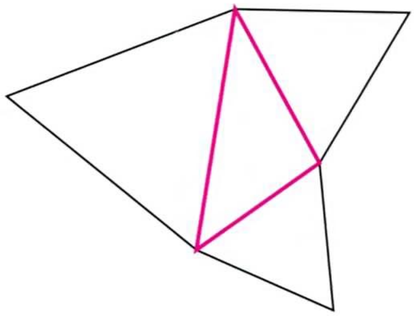
На рисунке слева N — точка Нагеля в треугольнике ABC.

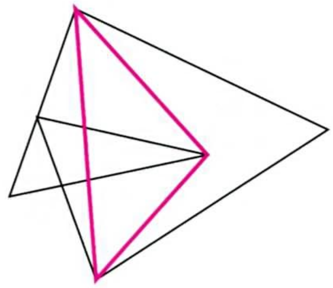
Треугольники Наполеона

Треугольники Наполеона получаются путем построения равносторонних треугольников на сторонах произвольного треугольника. Существует два треугольника Наполеона — внешний и внутренний. Внешний образуется так: взяв за основу произвольный треугольник (выделен красным цветом), построим на каждой из его сторон равносторонний треугольник. Длины сторон каждого из этих треугольников будут равны длине стороны исходного треугольника, на которой он построен.

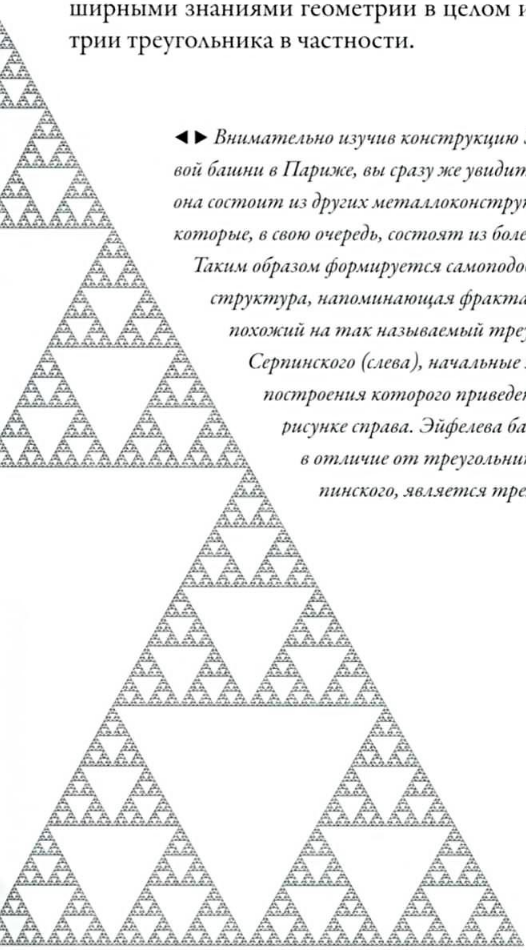
Внутренний треугольник Наполеона строится аналогичным образом, отличие заключается лишь в том, что равносторонние треугольники в данном случае будут ориентированы внутрь исходного. Эти треугольники стали предметом подробного изучения математиков и обладают важными свойствами. Первое из них заключается в том, что треугольник, вершинами которого являются центры треугольников Наполеона, — равносторонний (это свойство верно как для внутренних, так и для внешних треугольников).

Мнения об авторстве этих треугольников расходятся. Весьма вероятно, что слава Наполеона как любителя математики привела к тому, что биографы преувеличили его реальные знания и приписали ему открытия, которых он на самом деле не совершал.

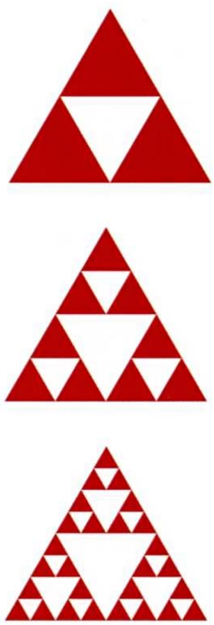




Классификация Кимберлинга содержит множество точек; по состоянию на апрель 2009 года их насчитывалось 3514. Большинство из них крайне сложно понять тем, кто не обладает обширными знаниями геометрии в целом и геометрии треугольника в частности.



◄► *Внимательно изучив конструкцию Эйфелевой башни в Париже, вы сразу же увидите, что она состоит из других металлоконструкций, которые, в свою очередь, состоят из более мелких. Таким образом формируется самоподобная структура, напоминающая фрактал, очень похожий на так называемый треугольник Серпинского (слева), начальные этапы построения которого приведены на рисунке справа. Эйфелева башня, в отличие от треугольника Серпинского, является трехмерной.*



ЭТО ИНТЕРЕСНО

- Математик и историк математики Джулиан Кулидж (1873–1954) как-то назвал теорему Фейербаха «прекраснейшей теоремой элементарной геометрии, открытой со времен Евклида».

- Одна из самых знаменитых теорем, о которых говорят в математических аудиториях, особенно в тех, где главным рабочим инструментом является доска, — это так называемая теорема о толстой точке. Это не теорема в буквальном смысле слова, а скорее изречение из математического жаргона. В геометрии треугольника эта теорема используется чрезвычайно широко. Провести высоты треугольника так, чтобы они пересеклись в одной точке, непросто. Обычно преподаватель изображает крупную точку пересечения, чтобы через нее прошли все три высоты треугольника. В этом и заключается теорема о толстой точке. Несмотря на то, что эта «теорема» выглядит тривиальной, суть проблемы на самом деле глубже: она показывает, что основное внимание нужно уделять не рисунку, а исключительно математическому доказательству, и демонстрирует, что никогда не следует доверять результатам, полученным исключительно построением.

Математик и философ
Герман Вейль

◄ Работы Германа Вейля относятся не только к математике и математической физике, но также охватывают философию науки, в частности философию математики. В своих работах Вейль предвосхитил труды Курта Гёделя.

Полное имя Германа Вейля звучало как Герман Клаус Гуго Вейль, хотя друзья называли его Петер. Герман, сын Людвига и Анны Вейль, родился 9 ноября 1885 года в небольшом немецком городке Эльмсхорне близ Гамбурга. Еще подростком он продемонстрировал тягу к абстрактному мышлению, а также проявил удивительные способности к математике. В 1904 году он поступил в Мюнхенский университет, где изучал математику и физику. Под руководством немецкого математика Давида Гильберта Вейль получил докторскую степень, когда ему было всего 22 года. Его диссертация была посвящена интегральным уравнениям и основывалась на теоремах Фурье. Вейль работал в Гёттингенском университете, где получил первую должность преподавателя. Затем он перешел в Высшую техническую школу Цюриха в Швейцарии, где в 1913 году в возрасте всего 27 лет возглавил кафедру. Четырьмя годами ранее должность профессора Высшей технической школы получил Альберт Эйнштейн. Благодаря сотрудничеству Эйнштейна и Вейля последний совершил одно из своих важнейших открытий в математической физике.

▲ Герман Вейль (справа) и Давид Гильберт. Середина 1920-х годов.

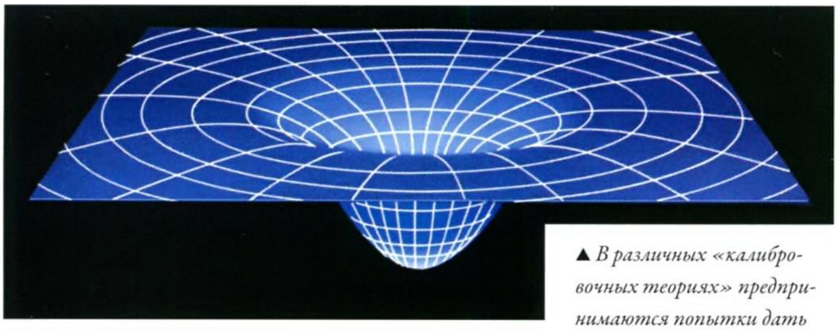
Из Гёттингена в Принстон

Когда в 1930 году Гильберт вышел в отставку, Вейль заменил его на посту главы кафедры математики Гёттингенского университета, основанного в 1737 году. Выпускниками этого университета на сегодняшний день являются 30 нобелевских лауреатов. В течение короткого периода времени Вейль возглавлял знаменитый Математический институт в Гёттингене, затем в январе 1933 года к власти пришли нацисты. Вейль всеми средствами пытался спасти Гёттингенскую математическую школу от нацистской бюрократии, пока в апреле того же года не начались гонения против евреев. Вейль не мог «...вынести жизни по законам этого демона [Гитлера], который обесчестил имя Германии», и решил эмигрировать в США, приняв приглашение занять должность исследователя в Институте перспективных исследований в Принстоне, где вновь встретился с Эйнштейном и другими важными фигурами научного мира той эпохи. Он вернулся в Европу в 1952 году и провел последние годы жизни в Цюрихе, где и умер 8 декабря 1955 года в возрасте 70 лет. Открытия, совершенные им при жизни, дали ему право называться величайшим математиком своего времени.

Математика и математика в физике

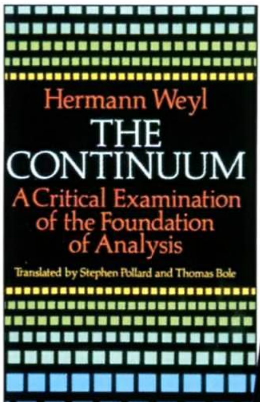
Одной из наиболее значимых математических работ Вейля стал труд 1913 года под названием Die Idee der Riemannschen Fläche («Понятие поверхности Римана»), в котором он описал новый

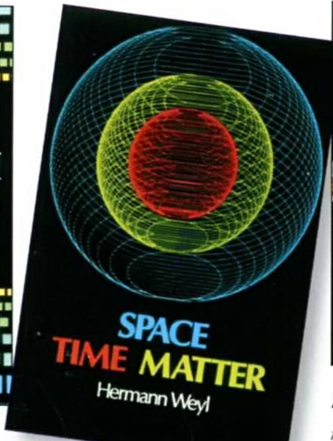
► В 1913 году Вейль возглавил кафедру математики в Высшей технической школе Цюриха. Он занимал эту должность до 1930 года. В то время в этом же учреждении, основанном в 1855 году (здание главного корпуса было построено по проекту знаменитого немецкого архитектора Готфрида Земпера (1803–1879)), преподавал Альберт Эйнштейн.

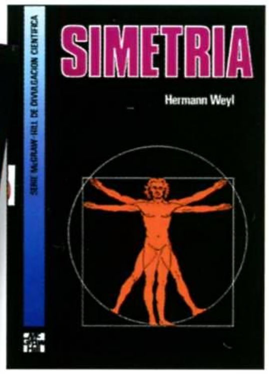


▲ *В различных «калибровочных теориях» предпринимаются попытки дать единое представление всех физических взаимодействий, которые выводятся из геометрических свойств пространственно-временного континуума — основного понятия общей теории относительности.*

раздел математики, объединив геометрию и теорию функций и сведя воедино анализ, геометрию и топологию. Другим его важным вкладом стало матричное представление групп, которое впоследствии помогло ему увидеть, что некоторые аспекты квантовой механики можно лучше понять, если рассмотреть их с точки зрения теории групп.







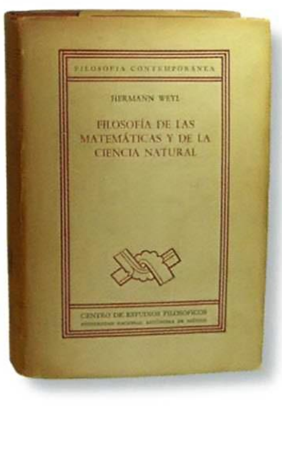
▲ *Среди работ Вейля выделяются «Континуум» (1920) и «Пространство, время, материя» (1918), носящие чисто математический характер, а также труд «Симметрия», опубликованный в 1952 году и посвященный философии физики.*

Вейль первым сформулировал общую теорию поля, включив электромагнетизм в геометрический формализм общей теории относительности. Так появилась на свет первая «калибровочная теория», в которой электромагнитное поле Максвелла и гравитационное поле выводятся из геометрических свойств пространства — времени.

«Математизация» физики

В 20-е годы прошлого века существовали определенные разногласия между некоторыми физиками и математиками, которые занимались квантовой механикой, только-только появившейся на свет. Как-то раз Вейль сказал: «Физики, должно быть, находят физику очень сложной», имея в виду отсутствие адекватной математической структуры в теоретической физике. После того как Вейль в 1929 году опубликовал статью по математической физике, Паули сказал, что восхищен работой Вейля «не из-за его успехов в области теоретической математики, но из-за подлинной, пусть и несчастной, любви к физике». Тем не менее спустя некоторое время Паули признал заслуги Вейля, «хотя его теории были чисто математическими, а не физическими». Даже Эйнштейн, который поддерживал работу Вейля, в итоге заявил: «Настал час нашей мести».

▼ *Книга Германа Вейля «О философии математики» (1949) содержит прекрасное изложение его взглядов на физику и математику в целом.*

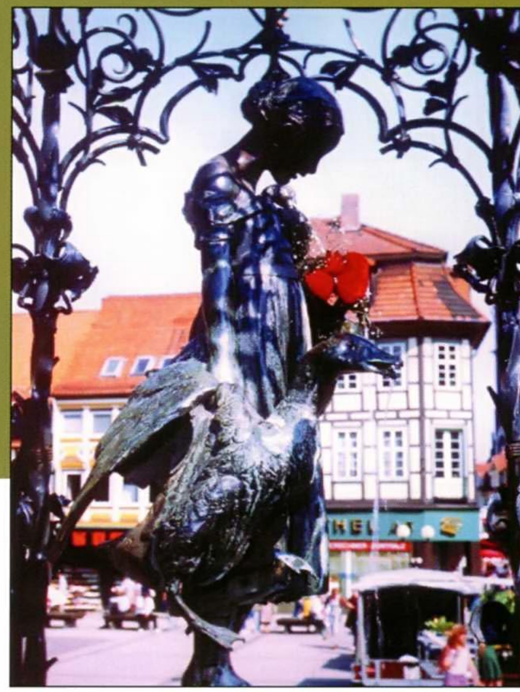


Философия науки

Вейль продемонстрировал не только удивительную глубину мысли, охватив множество самых разных областей науки, но и невероятную строгость мышления, которая нашла проявление в отточенном стиле его работ. Он внес существенный вклад в философию математики, рассмотрев такую важную тему, как существование актуальной бесконечности, и уделив внимание основам математики. Если говорить об основах математики, Вейль был убежден, что математика является «непростительно обманчивой», и в итоге, еще до того как Гёдель опубликовал свои труды, пошатнувшие основы математики, сказал: «Ни один Гильберт не сможет раз и навсегда установить ее непротиворечивость...».

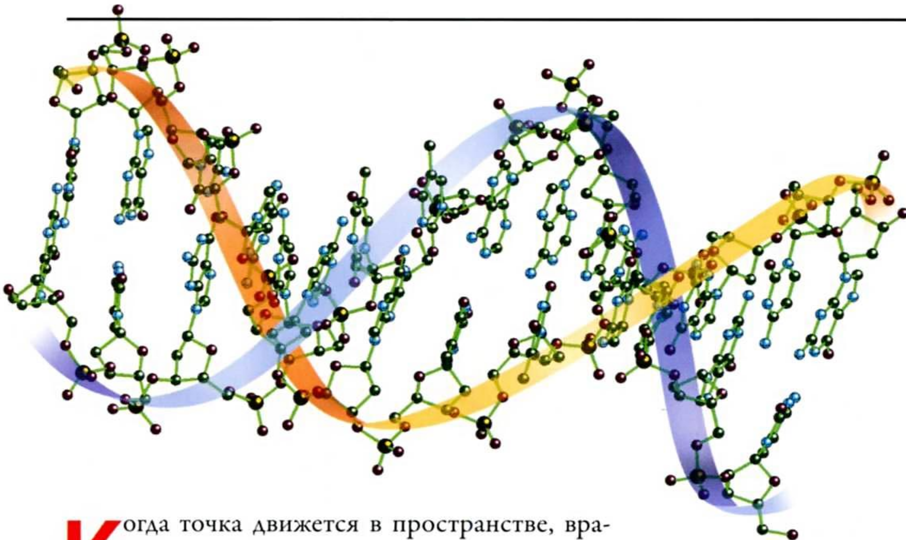
ЭТО ИНТЕРЕСНО

- Гёттингенский университет, как и многие другие, имеет свои традиции. Одна из самых знаменитых относится к дню получения докторских степеней. В этот день выпускники должны искупаться в фонтане и поцеловать в губы статую «Гусятница Лиза», которая находится посреди фонтана. Именно поэтому считается, что «Гусятницу Лизу» целуют чаще всех женщин в мире.



НЕОДНОКРАТНО УТВЕРЖДАЛОСЬ, ЧТО МАТЕМАТИКА — ЭТО ЯЗЫК ПРИРОДЫ. ЛУЧШИМ ДОКАЗАТЕЛЬСТВОМ ЭТОМУ ЯВЛЯЮТСЯ ВИНТОВЫЕ ЛИНИИ, ФОРМУ КОТОРЫХ ИМЕЕТ БОЛЬШИНСТВО СТРУКТУР ЖИВОЙ ПРИРОДЫ.

Структуры природы
Винтовые линии



▲ *Дезоксирибонуклеиновая кислота, или ДНК, состоит из двух нитей, закрученных относительно друг друга подобно винтовой лестнице, поэтому говорят, что молекулы ДНК имеют форму двойной спирали. Каждая нить ДНК образована сочетанием всего четырех нуклеотидов: аденина, гуанина, цитозина и тимина, сокращенно обозначаемых А, Г, Ц и Т.*

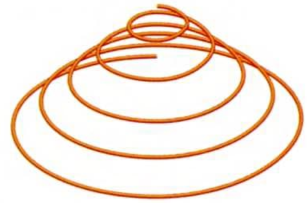
Когда точка движется в пространстве, вращаясь вокруг оси и одновременно смещаясь вдоль нее, образуется геометрическая фигура, известная как винтовая линия. Форму винтовой линии имеют многие природные и искусственные объекты, и эта кривая встречается в природе столь часто, что представляет собой скорее правило, чем исключение. Винтовые линии были изобретены человеком для изготовления болтов, бесконечных винтов, лестниц, веревок и кабелей. Это одна из наиболее часто встречающихся фигур в природе — как в макромире (форму винтовой линии имеют хоботы и рога животных), так и на молекулярном уровне. Наиболее известный пример —двойная спираль ДНК.

Математика винтовой линии

По определению, винтовая линия — это цилиндрическая трехмерная кривая, касательная к которой образует постоянный угол с фиксированным направлением. Цилиндрическая винтовая линия — это линия, расположенная на поверхности цилиндра вращения. Она пересекает все образующие цилиндра под неизменным углом.

Коническую винтовую линию можно нарисовать на поверхности конуса вращения так, что касательные ко всем точкам этой линии будут образовывать постоянный угол с образующей конуса.

Когда винтовая линия строится на поверхности сферы, получается сферическая винтовая линия. Эти винтовые линии часто путают с локсодромами (кривыми, вдоль которых прокладывают курсы кораблей), образующими постоянный угол с меридианами. Сферические винтовые линии, напротив, образуют постоянный угол с экватором сферы.

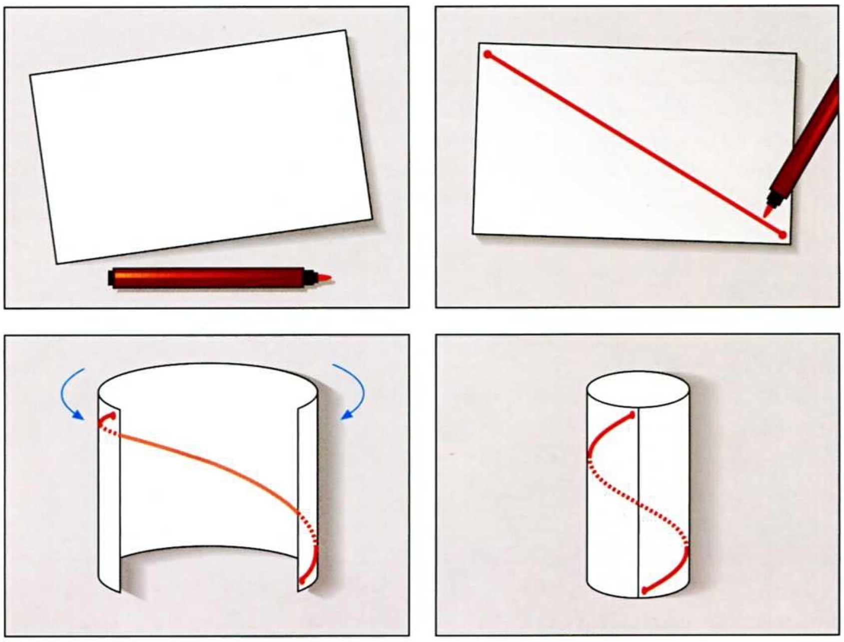


Цилиндрическая винтовая линия

Примером цилиндрической винтовой линии является обычная пружина. Математически цилиндрическая винтовая линия определяется как кривая, расположенная на поверхности цилиндра так, что, поднимаясь вдоль этой кривой и совершая полный оборот вокруг цилиндра, мы всякий раз будем подниматься на одну и ту же высоту. Эта высота называется шагом винтовой линии. Если мы рассмотрим качественно изготовленную пружину и приложим к ней линейку с миллиметровыми делениями, то расстояние между двумя соседними витками пружины будет равно шагу винтовой линии. Этот параметр также используется для классификации болтов, особенно тех, что идут в комплекте с гайкой: если их диаметры совпадают, но шаги различны, то гайку нельзя будет навинтить на болт.

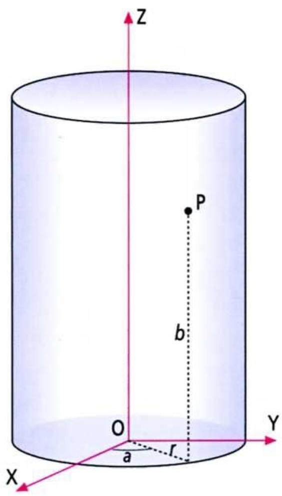
▼ *Система промышленных архимедовых винтов, используемых для сбора воды и ее последующей очистки в американском городе Мемфис.*

Нарисовать часть винтовой линии можно весьма простым способом. Для этого нужно взять лист бумаги, отметить на нем две точки, соединить их прямой линией, после чего сложить лист бумаги в форме цилиндра (см. рис. справа). Полученная кривая, изображенная на поверхности цилиндра, будет цилиндрической винтовой линией. Этот алгоритм работает потому, что винтовая линия является геодезической линией цилиндра, то есть кратчайшей линией, соединяющей две любые точки на его поверхности. Теперь предположим, что дан цилиндр радиуса r и что мы определили пространственную систему координат XYZ с началом координат в точке O так, что плоскость XY расположена в основании цилиндра, а ось Z совпадает с осью цилиндра. Чтобы определить координаты произвольной точки P цилиндра, достаточно двух величин: угла a и расстояния b. Если, например, координатами некоторой точки являются 45° и 3, достаточно отложить от оси X угол в 45° (например, против часовой стрелки), а затем подняться вдоль полученного направления на 3 единицы.



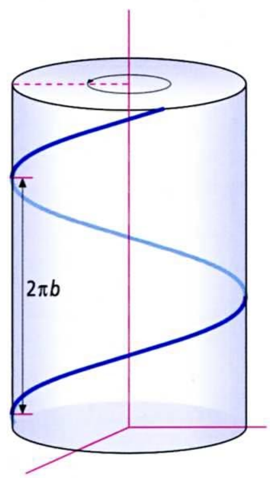
Это означает, что уравнение винтовой линии в данной системе координат можно определить с помощью всего двух параметров. Уравнения цилиндрической винтовой линии радиуса r, которые называются параметрическими, записываются так:

$$x = r\cos(a);\ y = r\sin(a);\ z = ba.$$



Эта винтовая линия располагается на поверхности цилиндра так, что при увеличении a на 2π, то есть при полном обороте вокруг цилиндра, z увеличивается на $2\pi b$ — то есть на шаг винтовой линии.

Касательная к винтовой линии в ее произвольной точке всегда будет образовывать постоянный угол с осью цилиндра.

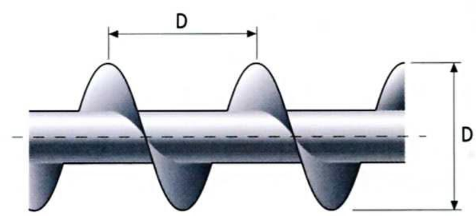


Бесконечные винты

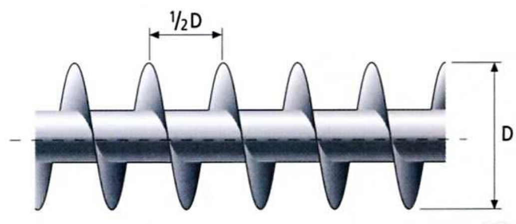
В качестве примера винтовой линии мы привели болт, но, строго говоря, болт не является винтовой линией, так как винтовая линия — это кривая, а болт — это поверхность. Поверхность минимальной площади, граница которой является винтовой линией, называется геликоидом. Это определение написано несколько техническим языком. Упростив его, можно сказать, что винтовая линия является пересечением геликоида с цилиндром соответствующих размеров.

Примерами геликоидов являются так называемые бесконечные винты, которые представляют собой один из важнейших примеров использования геликоидов в промышленности и обычно применяются для транспортировки грузов. Можно выделить несколько типов винтовых линий, применяемых на производстве, у которых в зависимости от цели их использования изменяются такие параметры, как шаг и радиус.

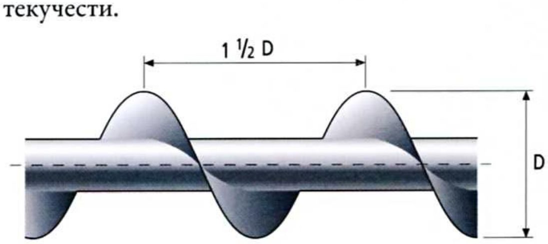
Так, простой геликоид со стандартным шагом используется для транспортировки обычных материалов.

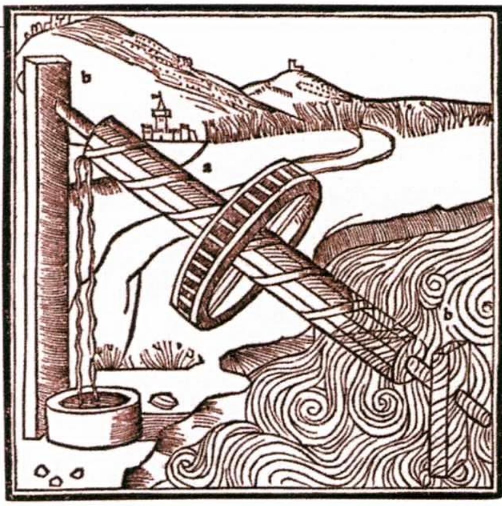


Геликоид с половинным шагом используется для подъемов грузов или их перемещения по поверхностям с большим углом наклона.



Также существуют простые геликоиды с удлиненным шагом, которые используются, например, для размешивания материалов высокой текучести.





Первым винтовые линии на практике использовал Архимед (ок. 287 г. — ок. 212 г. до н. э.), создавший архимедов винт — разновидность винта, который использовался (и до сих пор используется на очистных сооружениях) для подъема воды и в оросительных системах.

Левое и правое

Вы увидели, как определить цилиндрическую винтовую линию, зная радиус и шаг. Однако этого недостаточно. Мы можем изготовить две пружины, радиус и шаг которых будут равны, и тем не менее они будут различаться направлением намотки. Если мы расположим под пружиной штопор так, что его ось будет совпадать с осью пружины, то при вращении штопора по часовой стрелке он может вращаться в ту сторону, в которую закручена пружина, или в противоположную. Иными словами, подъем винтовой линии может идти вправо или влево. В первом случае речь идет о правосторонней винтовой линии, во втором случае — о левосторонней. Не имеет значения, с какой стороны мы смотрим на винтовую линию — мы всегда сможем отличить правостороннюю от левосторонней.

Если говорить геометрическим языком, правосторонняя и левосторонняя винтовые линии обладают зеркальной симметрией: каждую из них можно получить зеркальным отражением другой. Исходный объект и объект, полученный зеркальной симметрией, не могут накладываться, подобно тому как нельзя наложить друг на друга перчатки с левой и правой руки, не переворачивая их. В некоторых больших зданиях, например в соборах или дворцах, по бокам больших залов можно увидеть винтовые лестницы, которые являются зеркальным отражением друг друга.

▲ Схема так называемого архимедова винта, приведенная в издании труда Витрувия «Десять книг об архитектуре» эпохи Возрождения. Особенностью архимедова винта является возможность его использования для подъема воды.

▼ Фасад церкви Карлскирхе в Вене, выполненной в стиле барокко Иоганном Бернхардом Фишером фон Эрлахом (1656–1723). Прообразами двух винтовых колонн храма являются римские колонны Траяна и Марка Аврелия.

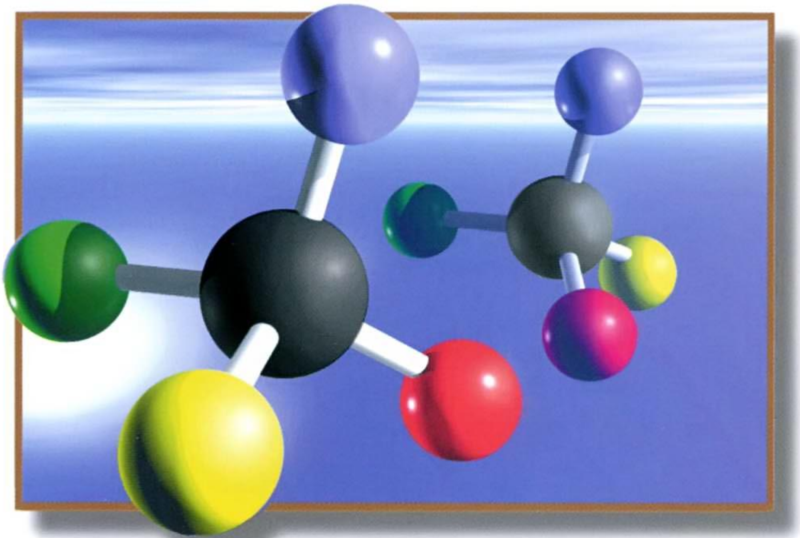
В природе подобная симметрия встречается на макроуровне. Например, рога многих животных имеют форму зеркально симметричных винтовых линий. Тем не менее, на микроуровне подобная симметрия не наблюдается. Молекулы, имеющие форму винтовых линий, являются левосторонними или правосторонними. Различные семейства двойных спиралей ДНК закручены по часовой или против часовой стрелки. Почему спирали каждого семейства закручены только в одну сторону и почему именно в ту, а не иную — одна из величайших загадок для современной науки. Кроме того, нужно учитывать, что

▲ Рога толсторогого барана, или толсторога, обитающего в Скалистых горах (США), являют собой пример правосторонней и левосторонней винтовых линий в природе.

направление, в котором закручена молекула белка, — не просто любопытная особенность, а характеристика, оказывающая большое влияние на его химические свойства.

Хиральность

В химии изомерами называются различающиеся между собой соединения, химическая формула которых одинакова. Частным случаем изомерии является так называемая хиральность. Молекулы, обладающие хиральностью, характеризуются зеркальной симметрией, то есть не совпадают со своими зеркальными отражениями. Химические свойства хиральных молекул идентичны, за исключением случаев, когда они вступают в реакцию с оптически активными веществами, так как хиральные молекулы отклоняют поляризованный луч света по-разному.

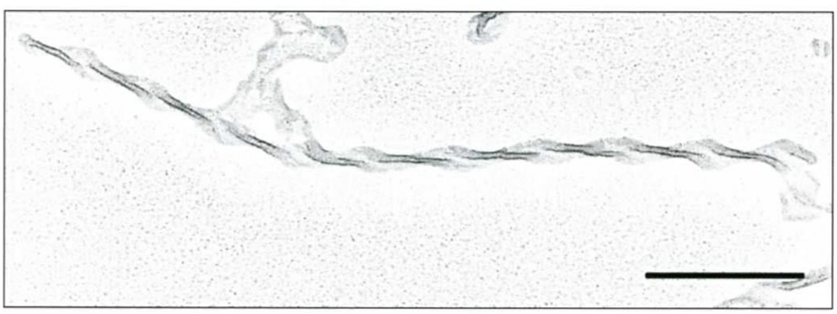


Чаще всего подобной симметрией обладают структуры, имеющие форму винтовой линии. Одним из самых удивительных примеров хиральности в природе являются движители бактерий.

Несколько лет назад было обнаружено, что бактерии передвигаются с помощью жгутиков, приводимых в движение движителем, имеющим удивительное сходство с современными электромоторами. Молекулы жгутика выстраиваются в форме геликоида, внешне очень схожего с винтом корабля. Вращение этой винтовой поверхности и позволяет бактерии двигаться в жидкой среде. Когда бактерия хочет «сдать назад», конфигурация жгутика изменяется, винтовая поверхность заменяется хиральной поверхностью, что и позволяет бактерии двигаться назад.

▲ *Любая молекула, содержащая как минимум один атом углерода с четырьмя разными заместителями, обязательно является хиральной, что нетрудно увидеть, взглянув на зеркальное отражение такой молекулы. «Версии» таких молекул называются энантиомерами.*

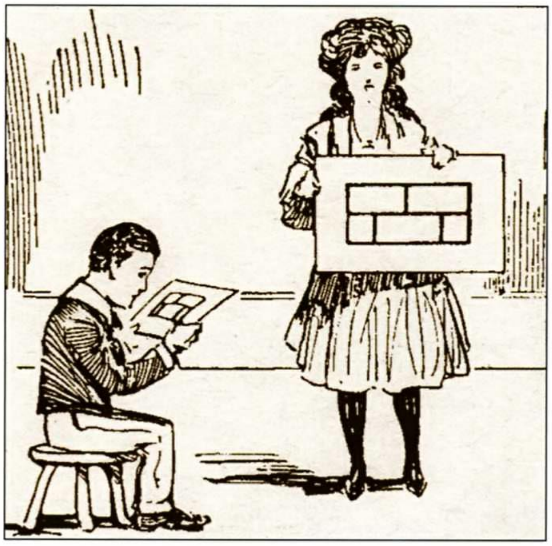
▼ *Молекулы жгутиков бактерии перемещаются благодаря тому, что имеют винтообразную структуру. Бактерия перемещается в пространстве при вращении жгутика благодаря движителю, напоминающему современный электромотор. С помощью этой интересной системы бактерии могут смещаться в заданном направлении (вверху) и изменять направление движения, когда форма жгутика меняется на противоположную (внизу).*



ЭТО ИНТЕРЕСНО

- При проектировании винтовых лестниц, подобных той, что можно увидеть в венецианском Палаццо Контарини дель Боволо, нужно обращать особое внимание на шаг винтовой линии. Как правило, чтобы по лестнице было проще подниматься, выбирается некое компромиссное решение. Если шаг винтовой линии велик, на постройку лестницы уйдет меньше материала, но по ней будет труднее подниматься.

- На поверхности цилиндра можно изобразить сколь угодно много параллельных между собой винтовых линий. В математике такие кривые известны как кривые Бертрана. На плоскости все кривые являются кривыми Бертрана, однако в пространстве единственной кривой, которая обладает этим свойством, является цилиндрическая винтовая линия. Человек использует особые свойства этой линии при постройке прочных структур, например кабелей, а в природе винтовые линии, закрученные вокруг цилиндрической фигуры, образуют структуру молекул ДНК, многих полисахаридов и фибриллярных белков.



Я вижу их на их извилистом пути.
Реджинальд Хебер

Разумно предполагать, что с самого зарождения цивилизации человек задавался вопросами: «Каков кратчайший путь к дому?», «Какой путь самый простой и приятный?», «Как найти дорогу и не наткнуться на мастодонта или плезиозавра?», «Как добраться куда нужно, не зайдя на вражескую тропу?». Эти простейшие задачи обхода могут стать прекрасными головоломками, если их несколько усложнить, введя дополнительные условия. Далее вы прочтете несколько подобных усложненных задач. Эти головоломки, позволяющие обобщить некоторые факты о геометрических фигурах, — отличная разминка для ума.

1. Детская головоломка

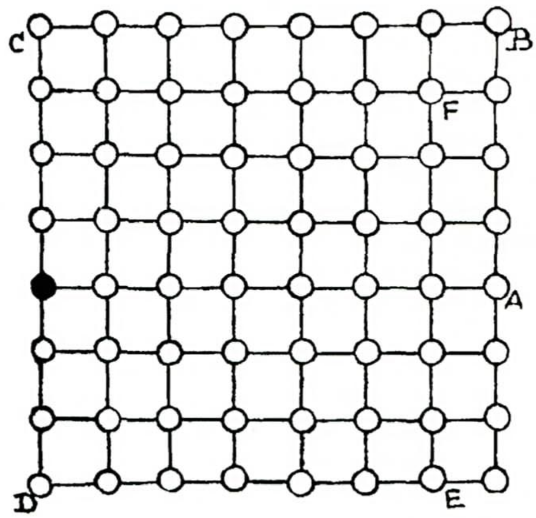
Много лет мои юные друзья спрашивают меня об этой маленькой головоломке. По-видимому, она известна большинству детей, но, что удивительно, никто из них не знает на нее ответа. Дети всегда просят, чтобы я прояснил ее суть. Мне кажется, эту головоломку любил показывать своим маленьким друзьям маг Гудини, но мне неизвестно, был ли он ее истинным автором. Я не буду извиняться за то, что привел в этом сборнике такую старую задачу, поскольку, несомненно, многие мои читатели будут рады тому, что я посвящу их в тайну ее решения.

Она заключается в том, что нужно изобразить тремя ломаными линиями схему, которую держит в руках девочка на иллюстрации. Разумеется, при построении ломаной линии карандаш нельзя отрывать от бумаги, равно как и нельзя проводить одну линию дважды. Вы обнаружите, что бóльшую часть фигуры можно изобразить одной ломаной линией, но чтобы закончить ее, всегда будет требоваться четыре линии.

В другом варианте задачи эту фигуру нужно сначала нарисовать мелом на доске, а затем стереть тремя движениями.

2. Пятнадцать поворотов

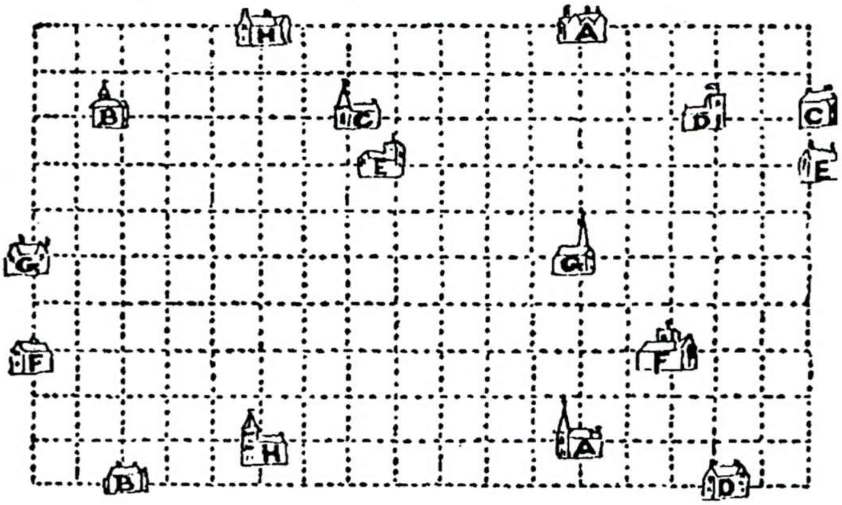
Это еще одна интересная задача обхода. Чтобы решить ее, вам потребуется немалая сообразительность. В этой задаче путешественник начинает путь в городе, обозначенном черной точкой, и хочет пройти как можно большее расстояние, совершив всего 15 поворотов и не проходя ни по какой дороге дважды.



Допустим, что города расположены в миле друг от друга. Если предположить, например, что путешественник пойдет по прямой в город A, затем по прямой в B, C, D, E и F, то он пройдет 37 миль, совершив 5 поворотов. Какое максимальное расстояние он может пройти, совершив 15 поворотов?

3. Задача для автомобилистов

Как-то утром восемь автомобилистов приехали в церковь на машинах. Их дома, церкви и единственно возможные пути (выделены пунктирной линией) изображены на рисунке на следующей странице. Первый автомобилист поехал из своего дома A в церковь A, второй — из дома B в церковь B, третий — из C в C и так далее. Оказалось, что ни один из водителей не пересек маршрут другого

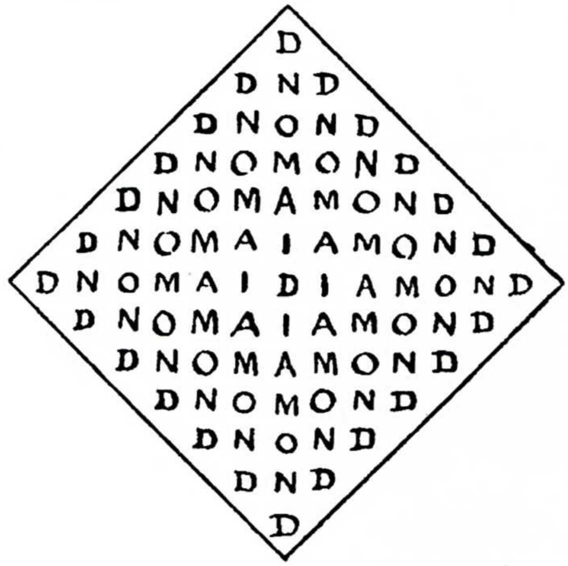


автомобиля. Возьмите в руки карандаш и нарисуйте, как ехали автомобилисты.

4. Задача о бриллианте

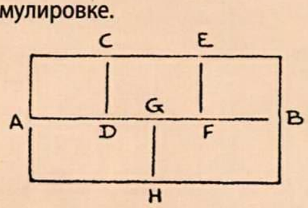
Сколькими способами можно прочитать слово DIAMOND («бриллиант») на рисунке справа?

Начать можно с любой буквы D, затем можно двигаться вверх, вниз, назад и вперед — в любом направлении между смежными буквами. Сколькими способами это можно сделать?



Решения

1. В обычных условиях задача не имеет решения. Доказать это нетрудно. Поэтому нужно найти подвох или хитрость в ее формулировке.

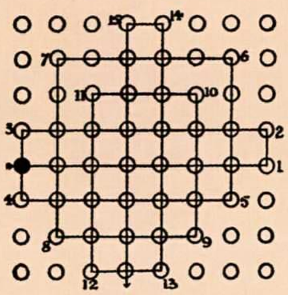


Если мы согнем лист бумаги гармошкой и проведем линию точно вдоль сгиба, то сможем провести сразу две линии фигуры — CD и EF. Затем нужно будет провести ломаную из точки A в точку B. Наконец, нужно будет добавить к рисунку линию GH, и все условия задачи будут выполнены, так как сгибать лист бумаги не запрещено. Разумеется, на рисунке линии не соединены, чтобы сделать построение более понятным.

В варианте задачи, где нужно стереть фигуру, сначала нужно стереть линию, соединяющую точки A и B, одним движением. Затем нужно стереть линию GH одним пальцем. Наконец, нужно стереть оставшиеся две вертикальные линии двумя пальцами одновременно. Все условия задачи выполнены!

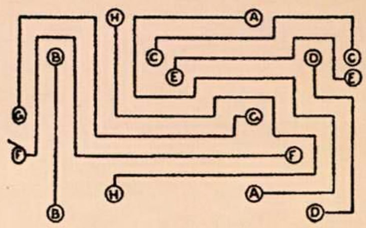
2. Как вы можете видеть на рисунке, где изображены только те дороги, по которым прошел путешественник, он может пройти 70 миль, совершив 15 поворотов.

Повороты пронумерованы по порядку. Обратите внимание, что непосещенными остались 19 городов. Путешественник может посетить все города, совершив 15 по-

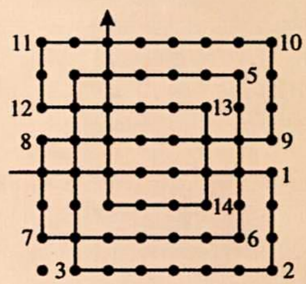


воротов, при этом не заходя ни в один город дважды и закончив путь в том же городе, из которого вышел (он отмечен черной точкой), однако в этом случае он пройдет лишь 64 мили, в то время как по условию задачи требуется пройти максимально возможное расстояние.

Примечание редактора. Виктор Милли обнаружил более оптимальное решение, чем Дьюдени, в котором путешественник пройдет 76 миль, при этом непосещенным останется всего 1 город. Это решение представлено на следующем рисунке. Является ли это решение наилучшим из всех возможных, неизвестно.



3. Маршруты, которыми ехали восемь автомобилистов, представлены на рисунке. Дороги, отмеченные пунктирными линиями, не показаны, чтобы сделать решение более понятным.



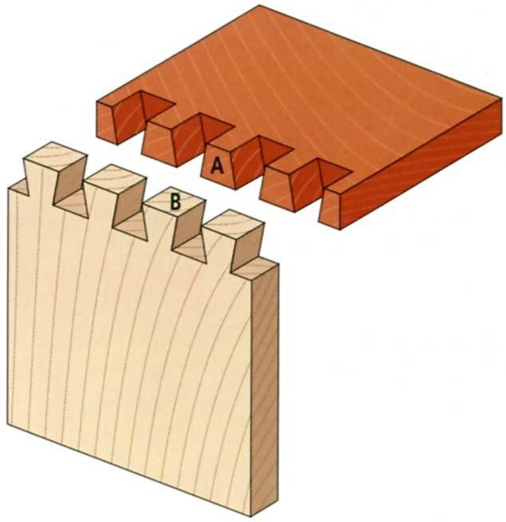
4. Общая формула такова: для слов из n букв, которые не являются палиндромами, при расположении букв подобным образом существует $(2n + 1) \times 4$ способов прочтения. В этом случае не допускается прочтение по диагонали, возможное, например, для слова DIGGING («раскопки»), где можно перейти от одной буквы G к другой по диагонали.

Головоломка «Скользящий куб» принадлежит к головоломкам, в которых нужно сначала правильно соединить составные части, чтобы собрать головоломку, а затем вновь разъединить их.

Соединение, которое кажется невозможным

Скользящий куб

◄ *Головоломка «Скользящий куб» состоит из двух частей: во-первых, нужно найти ключ, который позволит разъединить ее составные части, и во-вторых, не следует забывать, что элементы головоломки выглядят совсем не так, как кажется.*



Существует множество различных соединений деревянных деталей, в которых используются гвозди, шипы (небольшие цилиндрические детали из дерева, которые вставляются в отверстия соединяемых деталей), угловые соединения (подобные тем, что приведены на иллюстрациях), пазы, зубчатые соединения и так далее.

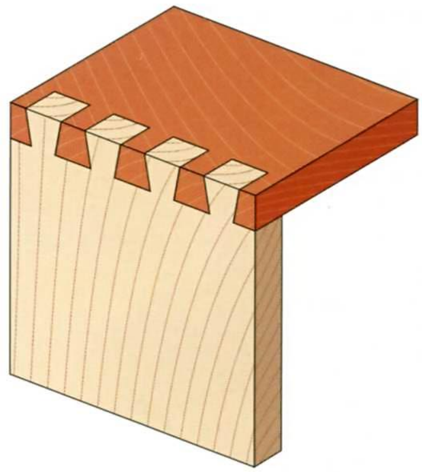
Создатели головоломок используют некоторые из этих соединений для скрепления элементов деревянных головоломок, в которых нужно правильно соединить детали, а затем вновь разъединить их при разборке. Например, крестообразные соединения используются в головоломках, подобных «Дьявольскому кресту», элементы которых накладываются друг на друга под прямым углом.

Соединение «ласточкин хвост»

Соединение «шип — проушина» обычно используется для скрепления деталей одинаковой толщины, поэтому оно часто применяется при изготовлении мебели. Одна из разновидностей такого соединения носит название «ласточкин хвост». Определить, где находится шип, а где проушина, как правило, нетрудно, однако в соединении «ласточкин хвост», где обе соединяемые детали очень похожи, сделать это непросто. Поэтому нужно действовать так: если окончание детали имеет форму трапеции (или птичьего хвоста, отсюда и название), то эта деталь содержит проушину (А), а если окончание детали имеет форму прямоугольника, эта деталь — шип (В).

▲ *Соединение «ласточкин хвост» использовалось уже в Древнем Египте для скрепления деталей мебели, например той, что представлена на иллюстрации. Соединения, как правило, скрывались за прекрасными рисунками, украшавшими поверхность деталей.*

Соединение «ласточкин хвост» идеально подходит для изготовления шкатулок, шкафов и других предметов мебели, так как это самое прочное из известных соединений деревянных деталей. Прочность соединения «ласточкин хвост» вызвана особой формой шипов и проушин. Хотя это соединение часто незаметно, при правильном изготовлении оно делает предмет более привлекательным.



Хотя сегодня можно приобрести специальные резцы, позволяющие изготавливать похожие соединения, настоящее соединение «ласточкин хвост» можно выполнить исключительно вручную, пусть и с помощью специальных направляющих, упрощающих задачу. Это соединение необходимо изготавливать с высокой

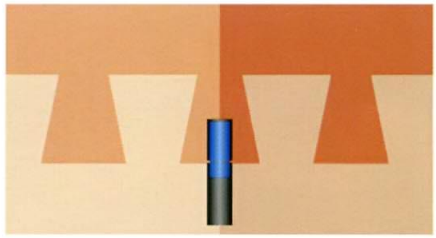
◀ *Два элемента «Скользящего куба» скреплены между собой шипом, который при определенном расположении элементов головоломки выступает из элемента белого цвета. Следовательно, чтобы решить головоломку, нужно определить, как можно сдвинуть этот шип.*

точностью — в противном случае оно будет слишком тугим или, напротив, слишком непрочным.

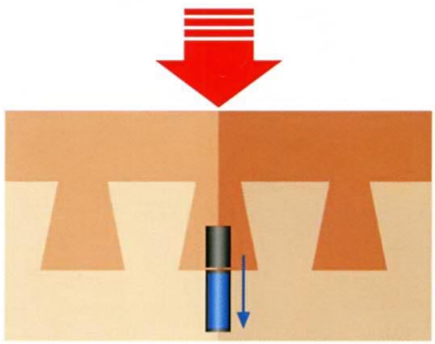
Решение

Кажется, что разобрать головоломку «Скользящий куб» невозможно, так как на первый взгляд все ее боковые стороны соединены в «ласточкин хвост». Тем не менее, внешность часто бывает обманчивой. Ключ к решению этой головоломки заключается в том, что ее части соединяются (и разъединяются) по диагонали. Чтобы усложнить головоломку, ее создатели внесли дополнительную деталь — шип, соединяющий две части головоломки, который расположен внутри нее по центру.

Таким образом создается впечатление, что части головоломки никак нельзя разъединить, и это только подогревает интерес к ней.



Чтобы разобрать головоломку, необходимо повернуть ее так, чтобы элемент белого цвета оказался внизу, затем ударить по элементу черного цвета. Шип, скрепляющий части головоломки, выступающий из элемента белого цвета (вверху), сдвинется, после чего части головоломки можно будет сместить относительно друг друга (внизу).

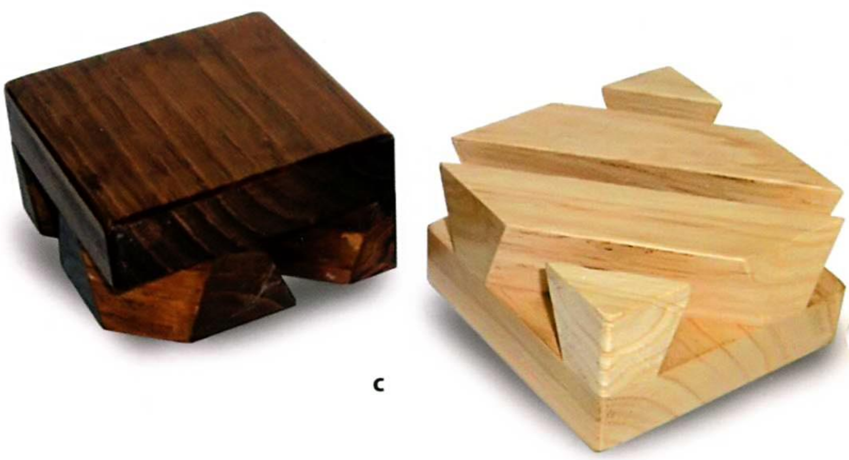


Хотя увидеть, соединяет ли шип элементы головоломки, нельзя, это можно проверить, если попытаться сдвинуть их относительно друг друга. Если части головоломки не сдвигаются, нужно снова ударить по элементу черного цвета в направлении, указанном стрелкой. Не следует забывать, что части головоломки разъединяются смещением относительно друг друга по диагонали, как показано на рисунках.

▼ *На рисунках, представленных ниже, изображена последовательность действий, которые необходимо выполнить, чтобы разъединить элементы головоломки: a) повернуть головоломку так, чтобы элемент белого цвета располагался внизу (затем сдвинуть шип); b) сместить элементы головоломки по диагонали относительно друг друга; c) разъединить элементы головоломки.*

a

b



c


18 17 3
11 8 7 19
9 6 5 4 16
14 1 2 12
15 10
13

В следующем выпуске через 2 недели

IQ 17

История чисел
Примечательные числа

Математик-теоретик
Годфри Харолд Харди

Математика и мистика
Сакральная геометрия

Лучшее от Эдуарда Люка
Подсчеты

Спрашивайте в киосках!

16+