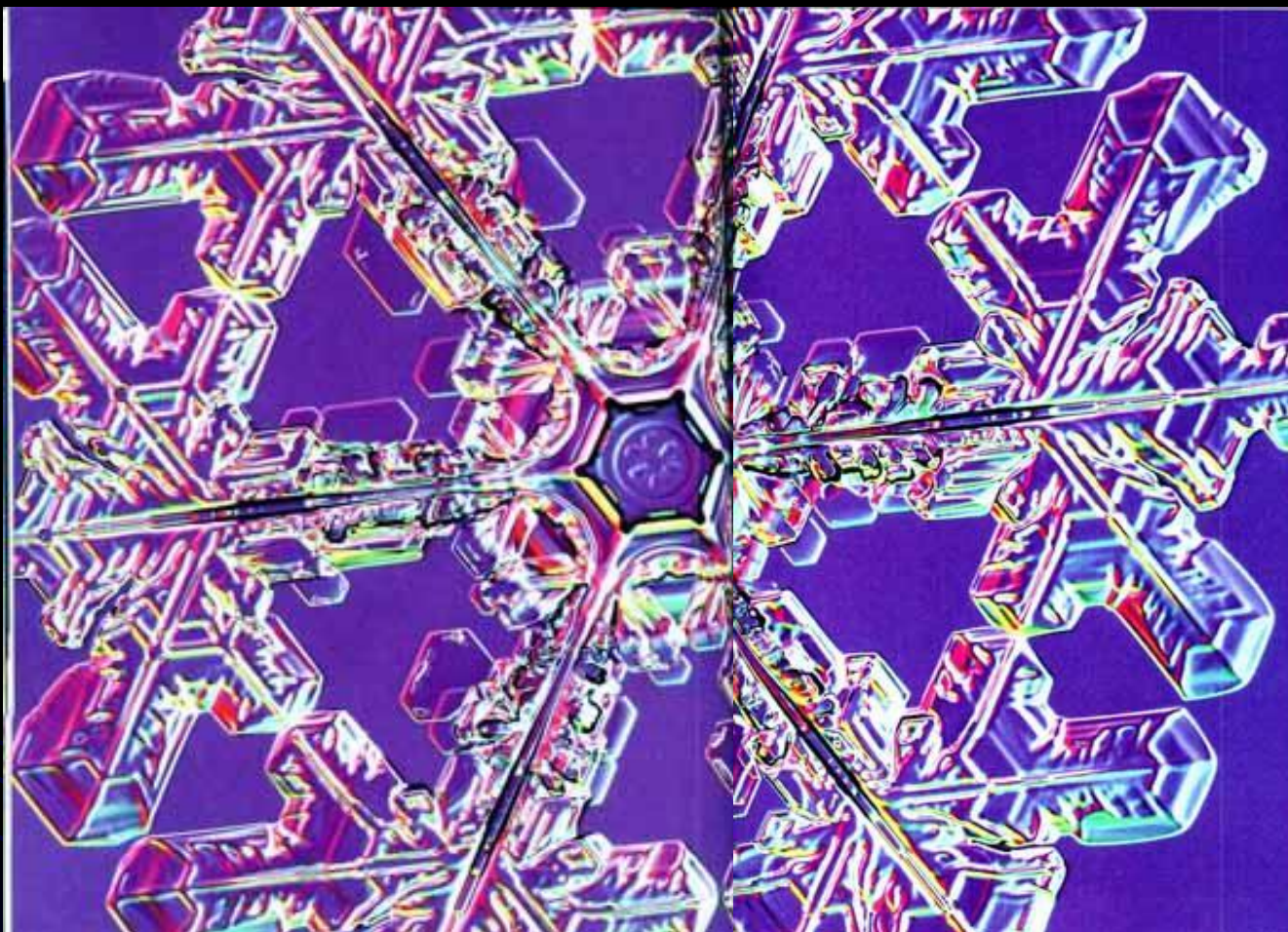


# Небесная геометрия

Каждую зиму на землю падают мириады снежных кристаллов. Их холодное совершенство и абсолютная симметрия поражают. Странно, что люди разглядели эти «драгоценности изо льда» совсем недавно



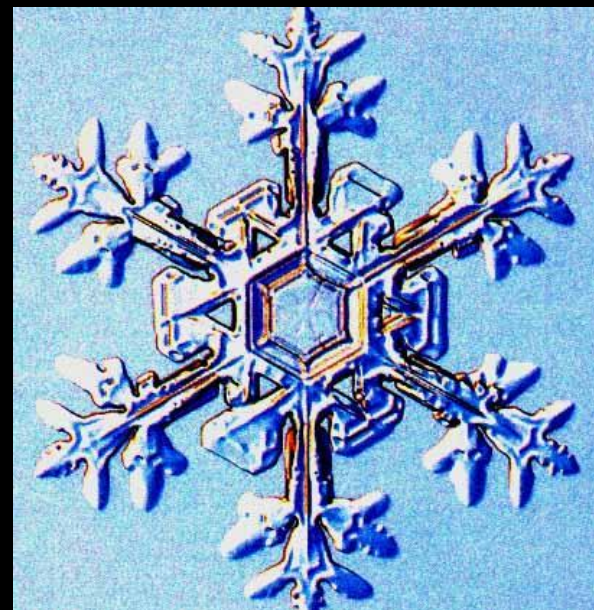


Снежный кристалл часто растет как фрактал, образуя сложную нерегулярную структуру, части которой подобны целому. В природе фракталы можно увидеть повсюду – в очертаниях гор, рек, морских берегов, деревьев, сосудистой системы... И в морозных узорах на окне.

Реюньон – тропический остров в Индийском океане. Пальмы на берегу, коралловый риф, вулкан, несколько раз в год извергающий огненную лаву и привлекающий тысячи туристов. Южная экзотика. Но островитяне убеждены: самый захватывающий спектакль природа поставила здесь 1 августа 2003 года. В 16:00 по местному времени в небе закружились снежинки. Большинство реюньонцев до той минуты видели снег только в кино и на фотографиях.



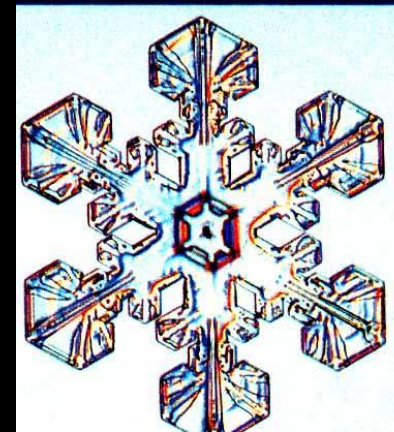
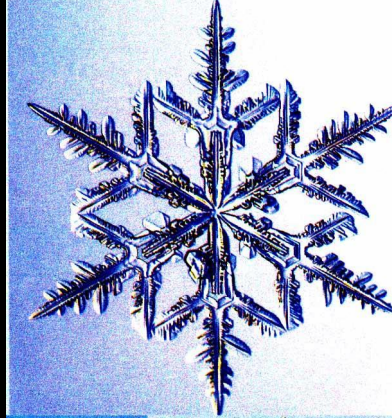
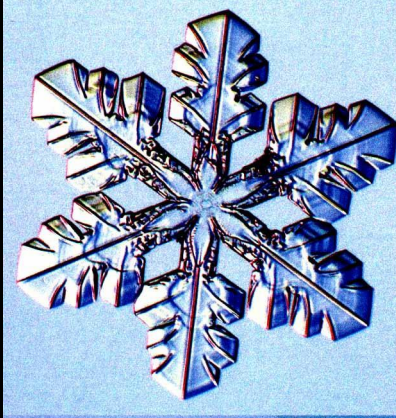
«Вот это подарок!» - ликовал хозяин ближайшего к вулкану отеля. Постояльцы затянули рождественские песни, детишки слепили первую в историю острова снежную бабу, а на дорогах тут же образовались пробки. Желающие посмотреть на вулкан часами томились в салонах автомобилей – полиция на всякий случай закрыла все подъездные пути.





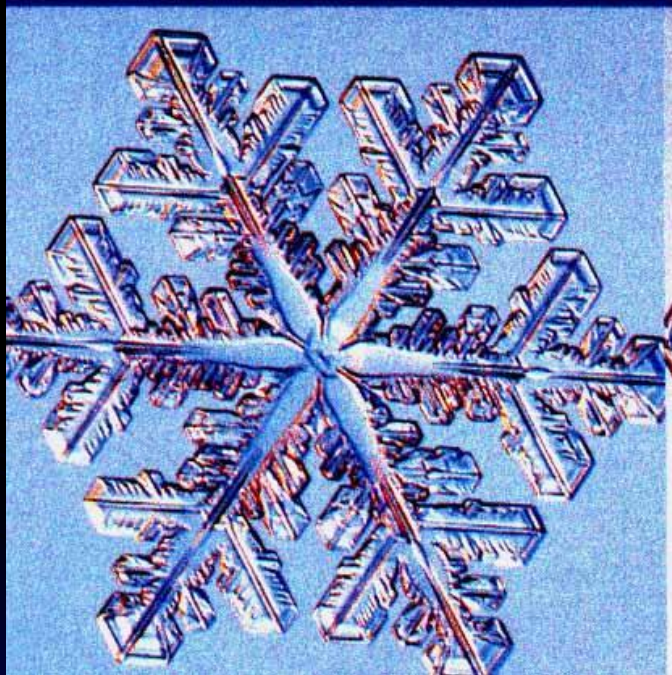
Конечно, на южных островах такие погодные аномалии редки. Континентам повезло больше -50% их площади хотя бы раз за зиму оказывается под снегом. А одна шестая часть суши вообще покрыта белым ковром четыре месяца в году!



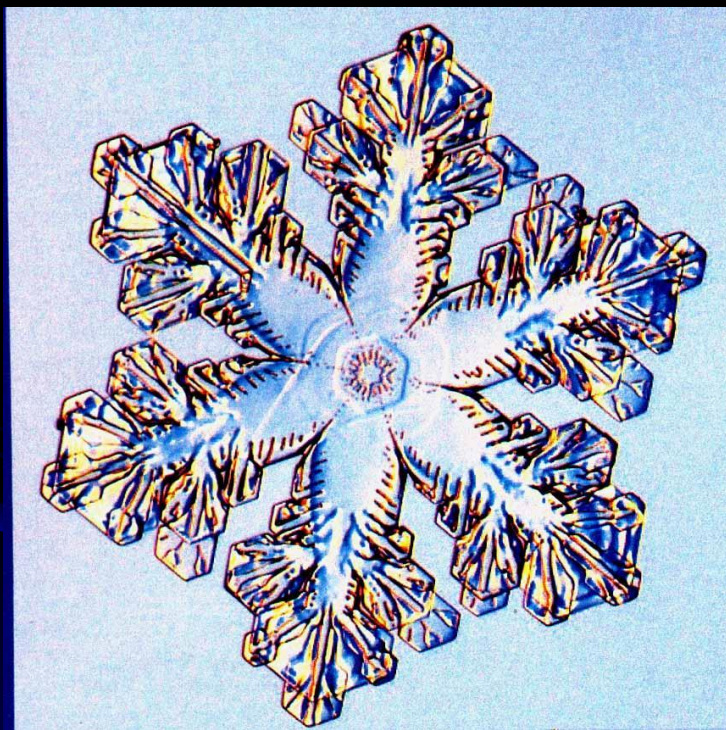


И все же в центре Европы длительный снегопад – явление редкое. И европейцы восторженно, как в детстве, поднимают лица к небу, ловят языком крупные снежинки и заморожено рассматривают приземлившиеся на ладонь кристаллы.





Сколько писателей и философов были очарованы этой недолговечной красотой! Вот какими увидел снежинки герой Томаса Манна: «С виду это была бесформенные клочочки, но он уже не раз смотрел на них через свое увеличительное стекло и отлично знал, из каких изящных, отчетливо сделанных крохотных драгоценностей они состояются – из подвесок, орденских звезд, брильянтовых аграфов; роскошнее и тщательнее их не мог бы сработать самый умелый ювелир».

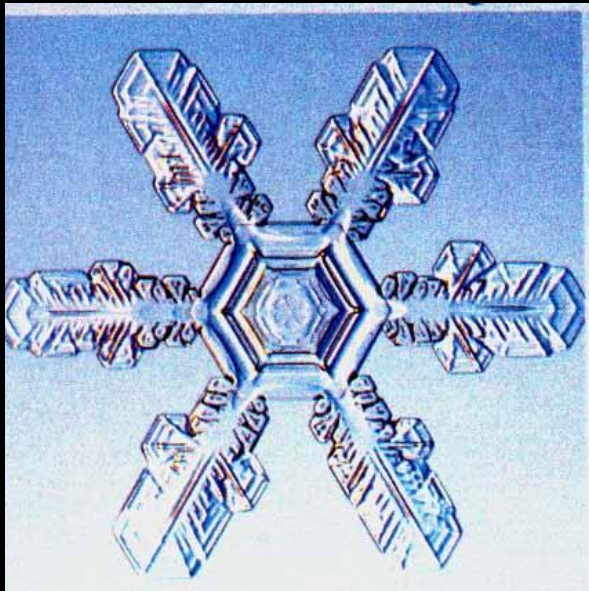


Французский философ и математик Рене Декарт в трактате «Метеоры»(1635год) писал, что снежинки похожи на розочки, лилии и колесики с шестью зубцами. И они настолько совершенны, что это «даже трудно себе представить». Особенно математика Декарта поразила найденная им в середине снежинки «крошечная белая точка, точно это был след ножки циркуля, которым пользовались, чтобы очертить ее окружность».



Но это все лирические описания. А первый снимок снежного кристалла под микроскопом сделал 15 января 1885 года молодой Уилсон Бентли, сын фермера из штата Вермонт. И был так поражен результатом, что всю оставшуюся жизнь Снежинка -так прозвали Бентли –посвятил снегу. За 47 лет (умер он в 1931 году) Бентли успел сфотографировать около 5600 снежных кристаллов.





Сравнивая снимки, фотограф-самоучка обнаружил, что среди них нет двух одинаковых. И между прочим, до него этого никто не замечал! Влюбленный в снег фотограф, снимавший снежинки самодельной громоздкой камерой, признавался: «Каждый раз я не могу до конца поверить в то, что вся эта красота через мгновение растает и исчезнет без следа».



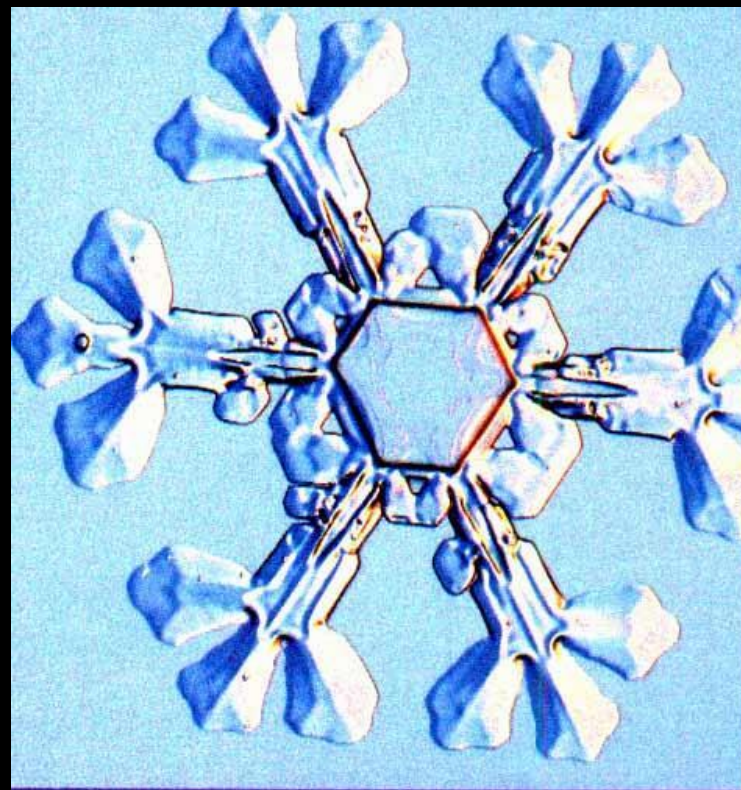


С помощью электронного микроскопа ученые получают объемные изображения снежинок и следят за их эволюцией при изменении условий. У «пластинки» (слева) видны шероховатые края – начало конденсации капель воды. А «звездочка» (справа) готова срастить с соседними кристаллами.



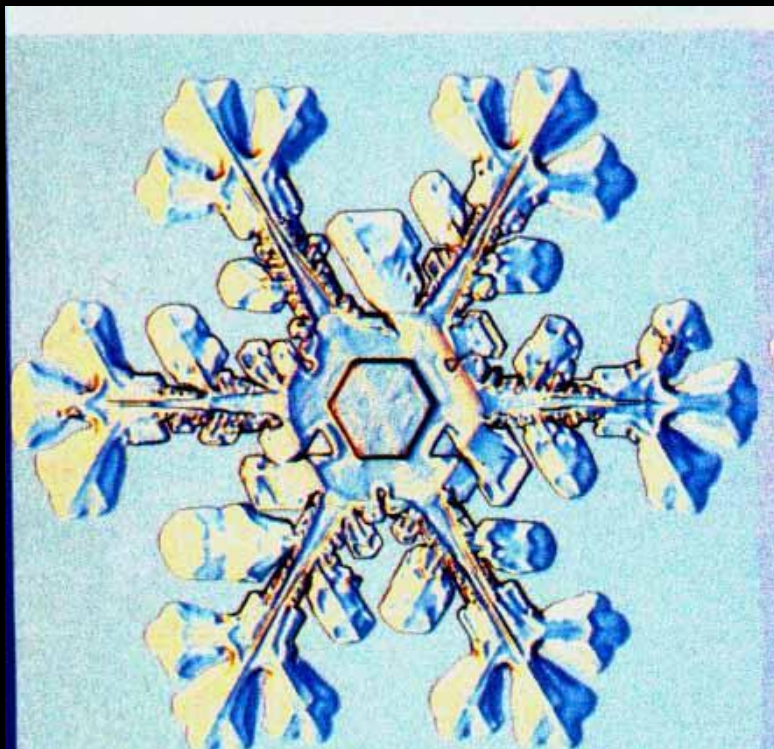
# Чудо в объективе

Вслед за Снежинкой Бентли в съёмке снега преуспел другой американец. Иллюстрации эти сделал Кеннет Либрехт – профессор физики из Калифорнии. Для него снежинки – и хобби, и тема исследования.

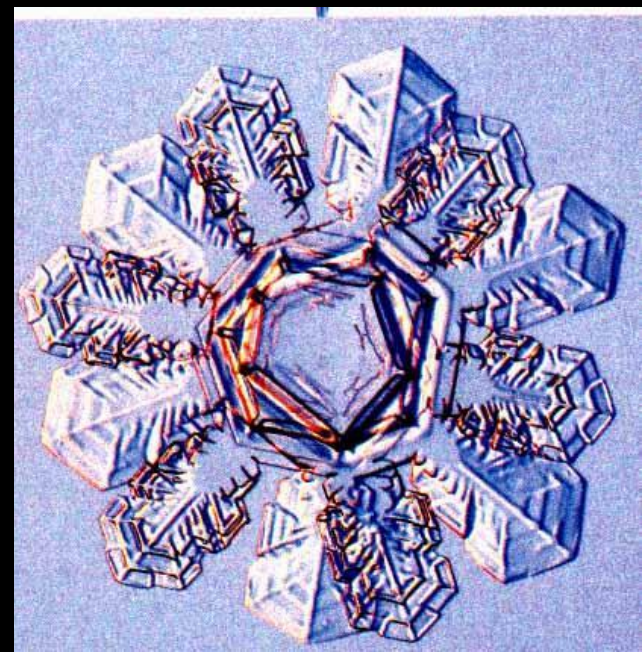


Даже такой не склонный к сантиментам серьезный ученый как Кеннет Либрехт, профессор физики из Калифорнийского технологического института, выращивающий снежные кристаллы в лаборатории видит в них что-то «мистическое».





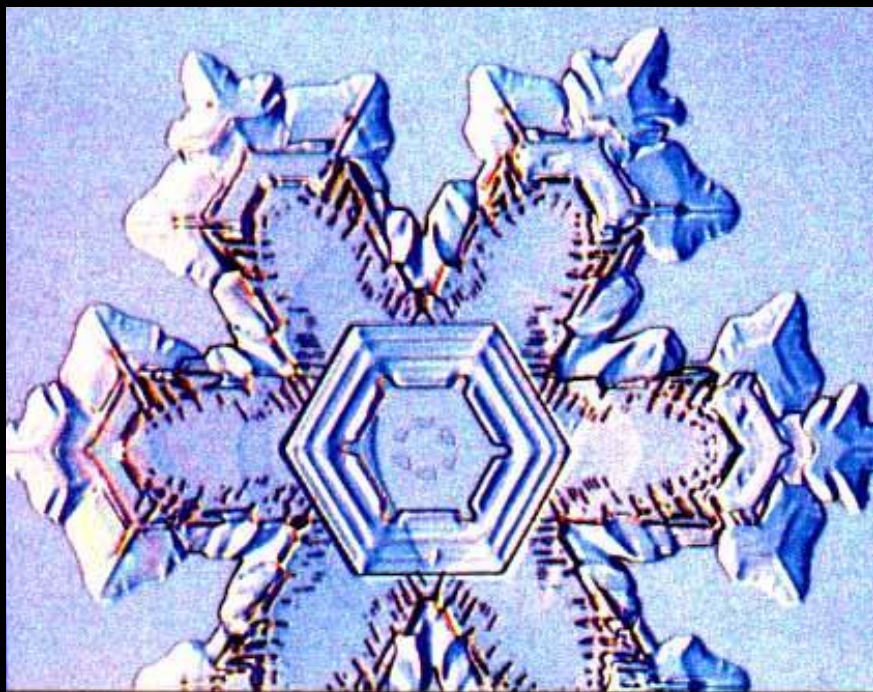
Снежинки и по сей день – большая загадка для учёных. Это чудо пытаются анализировать гляциологи (от лат. Glacies – «лёд»), изучающие формы, состав и строение льдов. И всё равно учёные не могут с уверенностью предсказать, как будут выглядеть снежные кристаллы. Которые прилетят с неба во время следующего снегопада.



На самом деле снежинки прозрачные, объясняют гляциологи. Они только кажутся нам белыми из-за преломления света на краях кристаллов. Удивительно, но эти прозрачные «бриллианты» строгой формы вырастают на частичках пыли, витающих в верхних холодных слоях атмосферы. Это могут быть обычные пылинки, частицы вулканического пепла, ионы газа и соли или даже цветочная пыльца.



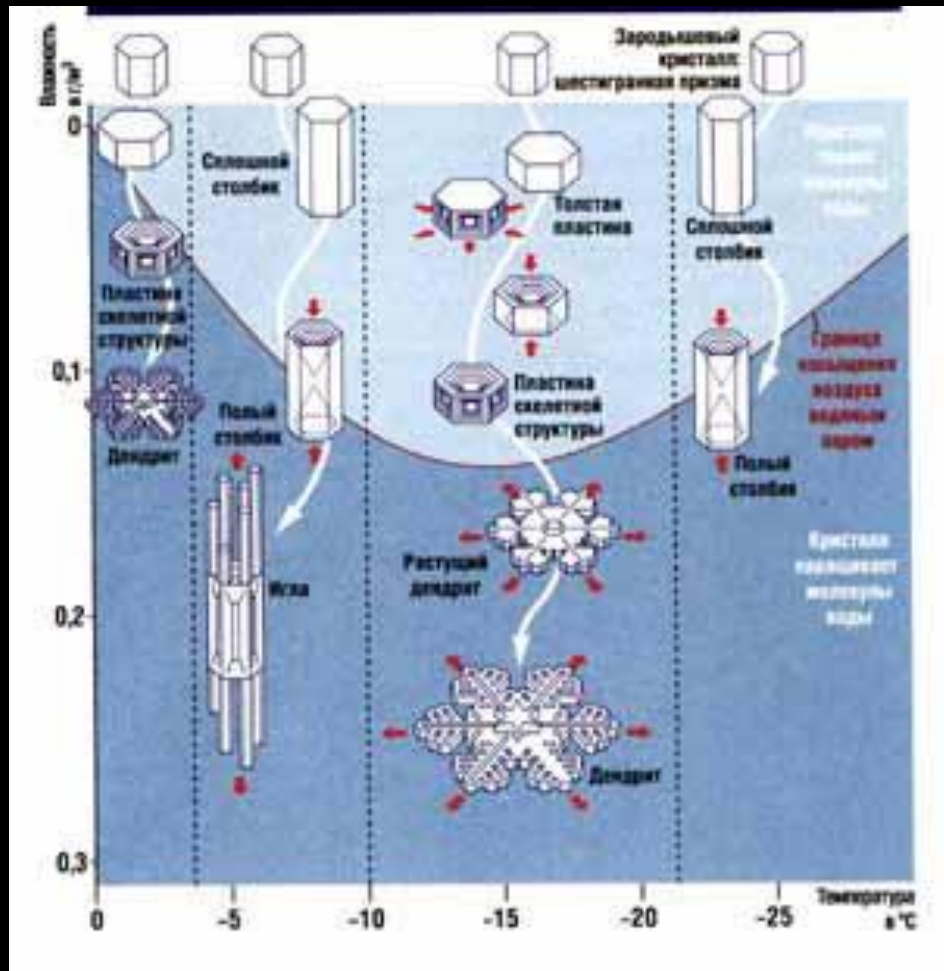
Рождение кристалла: шарик из пылинки и молекулы воды растет, принимая форму шестигранной призмы



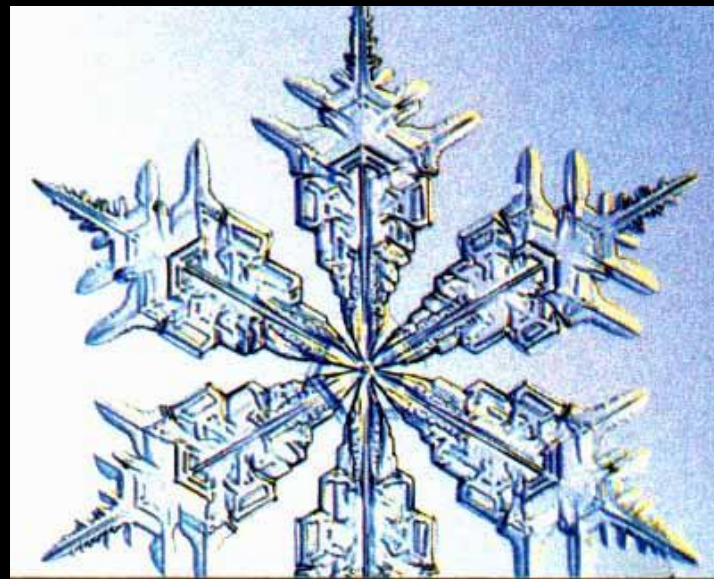
Когда в перенасыщенном водяными парами облаке частички пыли сталкиваются с молекулой воды, эта парочка «взрывается» - почти как кукурузные зёрна, если их нагревать на сковороде. Тут же начинают расти крошечные призматические кристаллы. Их размер – около 10 микрон.



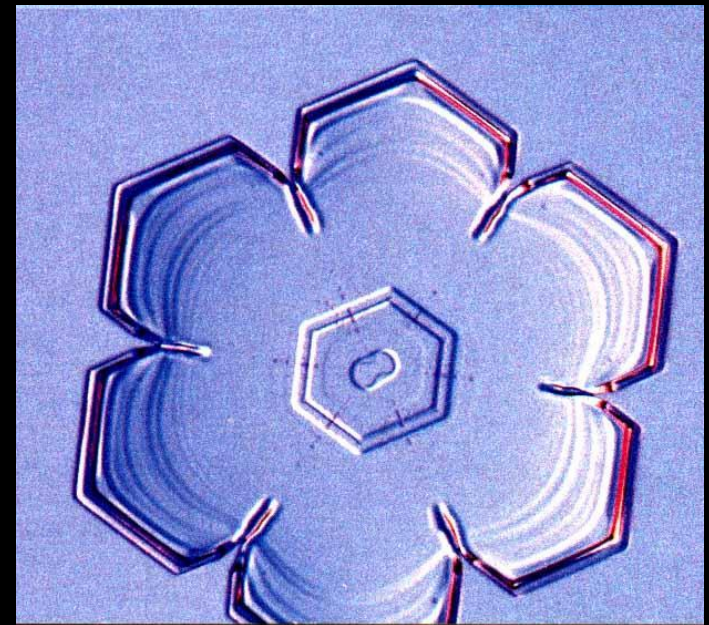
Среди снежинок встречаются «пластинки», «пирамиды», «столбики», «иглы», «стрелы» и «пули», простые и сложные «звёздочки» с сильно разветвлёнными лучами – их ещё называют «дендриты» (от греч. dendron – «дерево»). Каждая – единственная в своём роде! Но при этом все они имеют шесть граней и одну ось симметрии.



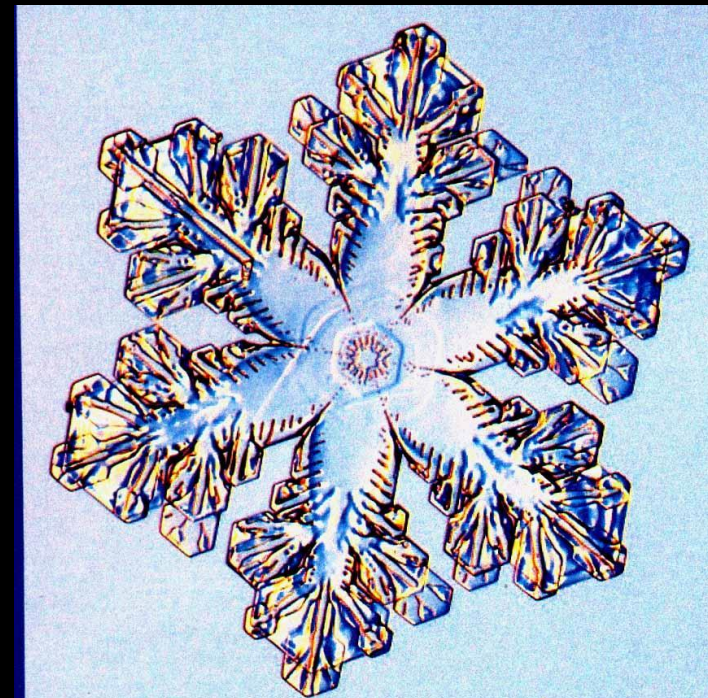
Первым эту особенность снежинок отметил немецкий астроном Иоганн Кеплер, когда неожиданно отвёл взгляд от небес и снизошёл до казалось бы ничтожной мелочи — снежного кристалла. В трактате «Новогодний подарок, или О шестиугольных снежинках» он размышлял врождённое ли это свойство, или «шестеричность» приобретается?



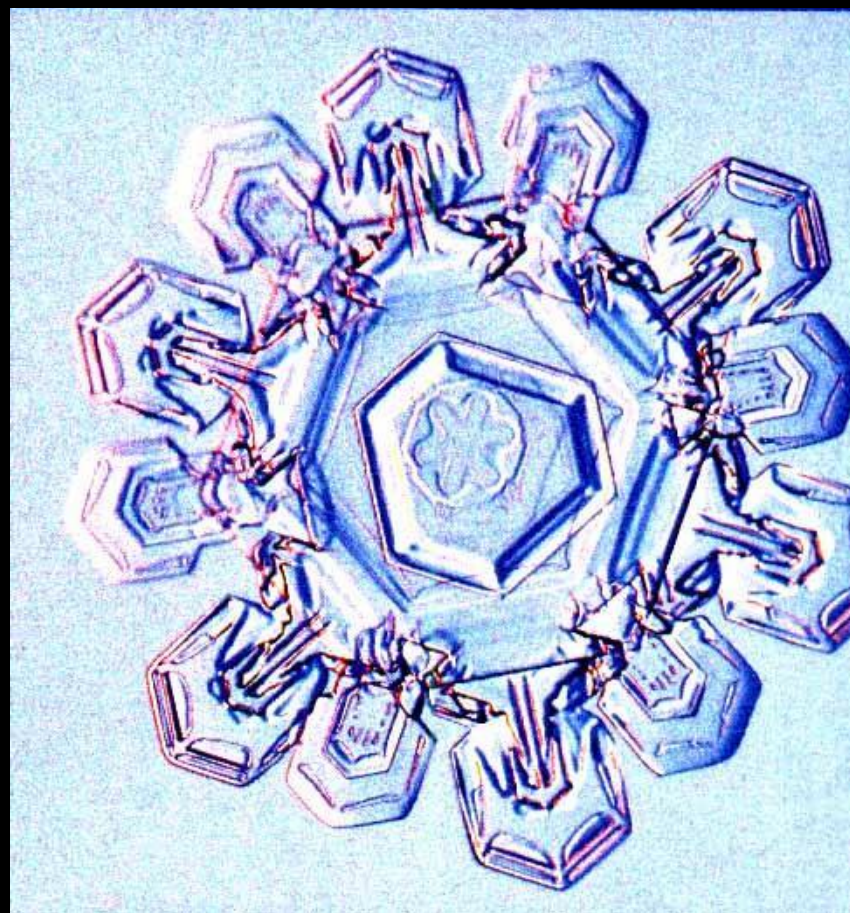
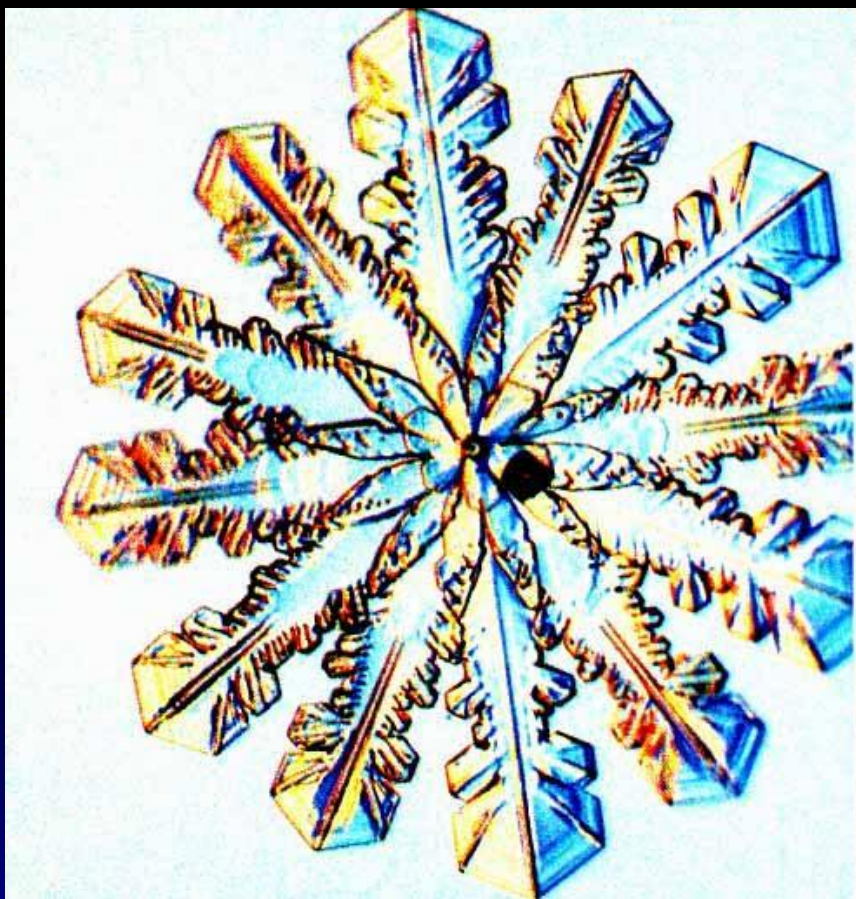
Сравнивая снежинку с  
пчелиными сотами и  
зёрнами граната,  
Кеплер решил, что душа  
Земли в своих  
созданиях, по крайней  
мере самых достойных,  
«предпочитает  
подражать  
расположению вершин  
октаэдра».



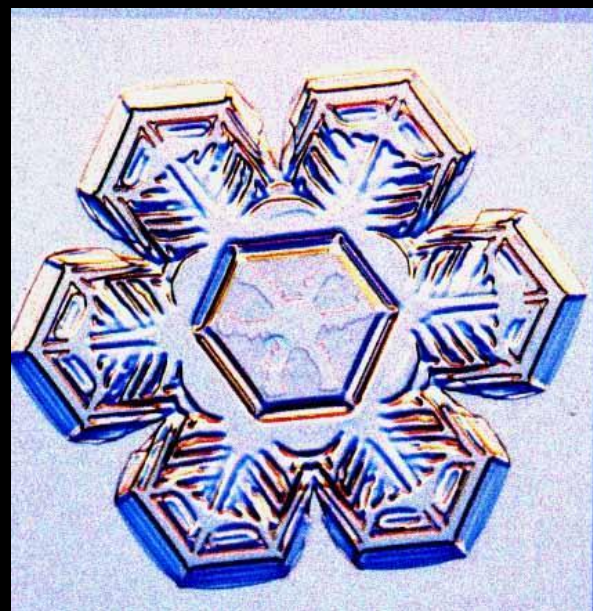
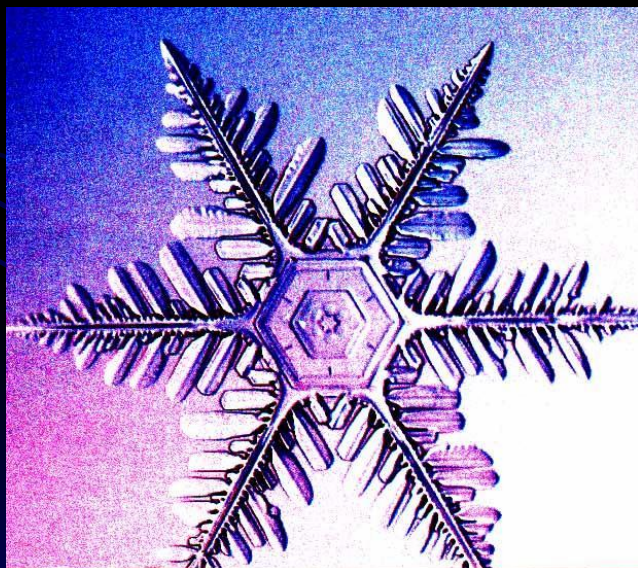
Сегодня учёные установили, что форма снежного кристалла повторяет молекулярную структуру льда – его кристаллическая решётка как раз состоит из шестиугольников. При температуре  $0^{\circ}\text{C}$  свободно движущиеся молекулы воды связываются в трёхмерный гексагональный каркас, напоминающий пчелиные соты. Получается, что внутреннее строение снежного кристалла определяет его внешний облик.



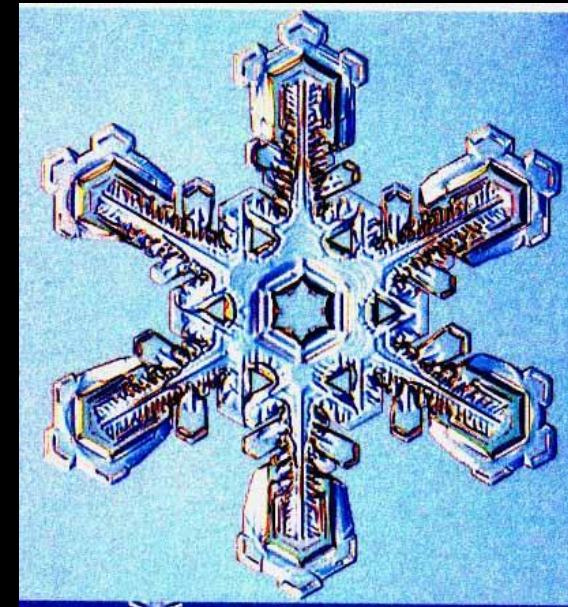
И всё же загадка остаётся загадкой: почему в природе так часто встречаются гексагональные формы? Возможно, Кеплер прав, и шестигранник действительно геометрически выражает красоту и соразмерность мира? Во всяком случае, это самая красивая версия из тех, что появились за время изучения людьми снежинок...



Первые систематические исследования снежных кристаллов предпринял в 1930-х годах японец Укихиро Накайя. Началось всё с отсутствия денег. В лаборатории профессора Хоккайдского университета катастрофически не хватало необходимых приборов. А вот снега вокруг было сколько угодно ... Как и многие японцы, физик Накайя всегда восхищался его красотой – в японской культуре есть даже особое понятие «юкими», что значит «любование снегом».



Учёный решил приглядеться к снежинкам повнимательнее. Соорудив морозильную камеру, Накайя стал наблюдать под микроскопом, какие формы принимают снежные кристаллы в различных условиях. Несмотря на головокружительное разнообразие снежинок, Накайя сумел усмотреть в них что-то общее. В результате он выделил 41 тип снежинок и составил первую классификацию. Кроме того, трудолюбивый японец вырастил первую «искусственную» снежинку и выяснил, что величина и форма образующихся кристаллов льда зависят от температуры воздуха и влажности (давления паров воды).



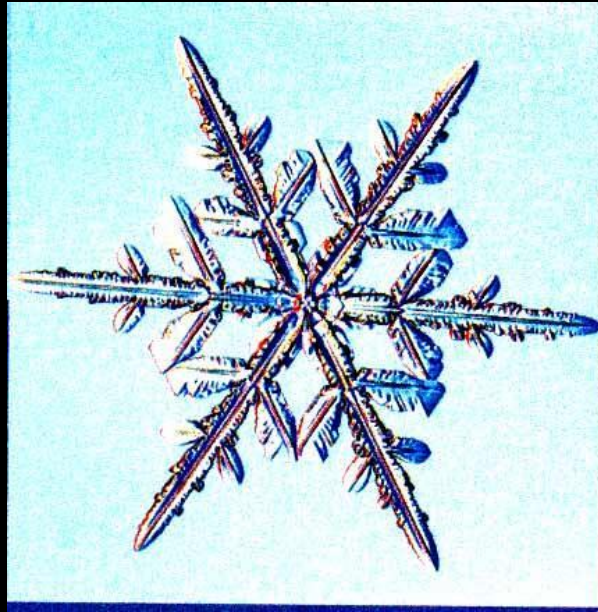




# Многоножка

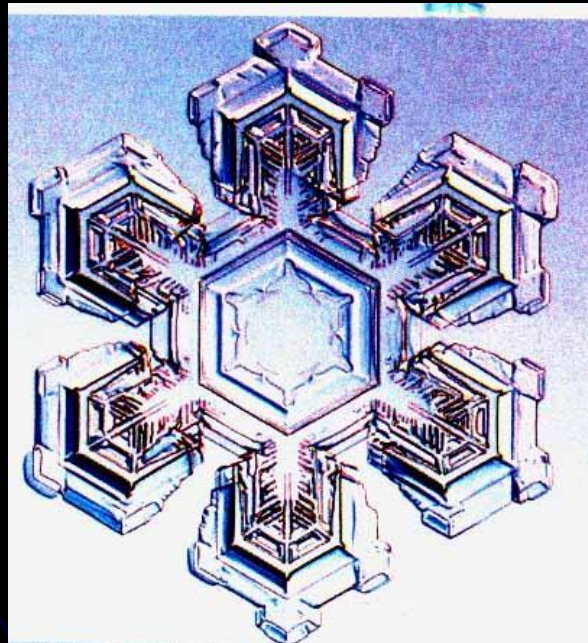
Каждый снежный кристалл уникален. Однако все снежинки имеют общую черту. – они обладают гексагональной симметрией. Поэтому у «звёздочек» всегда вырастают три, шесть или двенадцать лучей. Самая редкая двенадцатиконечная «звездочка» рождается в грозовых облаках.





Снежные кристаллы игольчатой или столбчатой формы (и все их разновидности) образуются в высоких слоях тропосферы при температуре воздуха ниже  $-25^{\circ}\text{C}$  при низком насыщении влагой. При чуть более высоких температурах ( $-20^{\circ}\text{C}$ ) и при высоком перенасыщении водяным паром образуются пластинки.

Во «влажных» облаках растут дендриты – это самые крупные снежные кристаллы. Множество молекул воды наслаивается на все шесть граней призмы, и та стремительно растёт. За 20 минут кристалл увеличивается в 20 тысяч раз и под воздействием силы тяжести падает на землю. Но и по пути к земле снежинка продолжает расти и «ветвиться», пока не станет хрупким дендритом, напоминающим тончайшие кружева.



# Хрупкие создания

В идеальных условиях возникают совершенные кристаллы. Такие кристаллы возникают в самой вышине – там, где морозно и ясно. Но часто на пути к земле снежинки крошатся, срастаются в снежные хлопья или «ловят» капли воды. Форма, размер и узор снежного кристалла меняются, пока он добирается до земли через слои воздуха с разной температурой и влажностью.



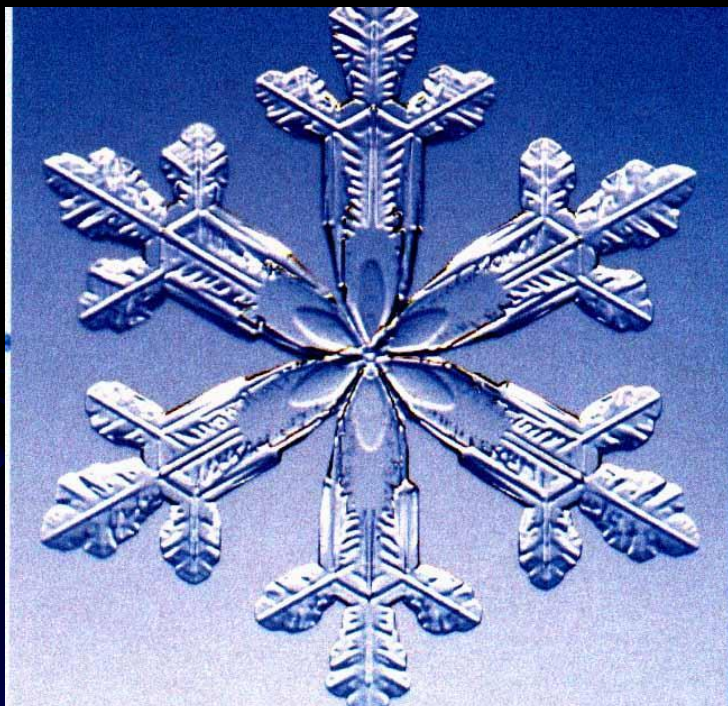
Ветер ломает лучи кристаллов, на их поверхности осаждаются капли воды, некоторые слипаются друг с другом – так образуются пространственные дендриты («ёжики»). Часто до земли долетают крупные «снежные хлопья» (7-9 мм) неправильной формы – несколько сросшихся пластинок. Округлённые, заиндевевшие или оплавленные снежинки могут превращаться в шарики – «снежную крупу». А обледеневшие кристаллы с изменёнными формами называют «ледяным дождём».



Летом мощные тучи нередко разрождаются градом. В насыщенных водяным паром облаках лёд слоями намерзает на ядро кристаллизации. В градинах размером от нескольких миллиметров до 20 см чередуются прозрачные и мутные слои льда, иногда в них «застревают» частицы пыли и даже насекомые.



Мало кого приводит в восторг град, но даже в таких кристаллах есть своя прелесть: чем сложнее и необычнее путь градин, тем уникальнее их форма. И тем удивительнее загадка. Недаром однажды Укихиро Накайя сказал: «Снег – это послание небес, написанное тайными иероглифами».



Далее