



Работу выполнили:  
Устинова Евгения  
Лихачева Полина  
Лапшина Екатерина



# НЕБЕСНАЯ ГЕОМЕТРИЯ



Руководители:  
Кузьмина Наталья Игоревна  
Бурцева Наталья Михайловна



# Цели и задачи

## Цель:

- дать физическое и математическое обоснование разнообразия форм снежинок.

## Задачи:

- изучить историю появления фотографий с изображениями снежинок;
- изучить процесс образования и роста снежинок;
- определить зависимость форм снежинок от внешних условий (температура, влажность воздуха);
- объяснить разнообразие форм снежинок с точки зрения симметрии.



# ИЗ ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ СНЕЖИНОК

**Уилсон Бентли** (США) 15 января 1885 года сделал первый снимок снежного кристалла под микроскопом.

За 47 лет Бентли составил коллекцию фотографий снежинок (более 5000 ), снятых под микроскопом.



# ИЗ ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ СНЕЖИНОК











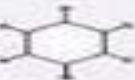





















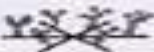









**Сигсон** (г.Рыбинск) нашел не худший способ фотографирования снежинок: снежинки надо помещать на тончайшей, почти паутинной, сетке из шелковинок, - тогда их можно снять во всех деталях, а сетку потом заретушировать.

В 1933 году наблюдатель полярной станции на Земле Франца-Иосифа **Касаткин** получил более 300 снимков снежинок разнообразнейшей формы.














В 1955 году **А. Заморский** разделил снежинки на 9 классов и 48 видов. Это – пластинки, звёзды, ежи, столбики, пушинки, запонки, призмы, групповые.

**Кеннет Либрехт** (Калифорния) составил полный справочник снежинок.

# Полный справочник «охотника за снежинками», который использует в своей работе ученый и фотограф Кеннет Либрехт

	Простая игла		Звездчатый кристалл с пластинчатыми секторной формы на концах		Пластина с витками спирали по краям
	Связка простых игл		Дендритный кристалл с пластинчатыми на концах		Расходящиеся в стороны пластины
	Полый цилиндр		Дендритный кристалл с пластинчатыми секторной формы на концах		Пластинки в виде ступенчатой лестницы
	Связка полых цилиндров		Пластинки с простыми отростками на ребрах		Пучки пучков, столбиков и пластинок
	Длинный сплошной столбик		Пластинки с отростками секторной формы		Обернутый игольчатый кристалл
	Пучок игл		Пластинки с дендритными отростками		Обернутый столбчатый кристалл
	Пучок полых цилиндров		Двухлучевой кристалл		Обернутая пластина или сектор
	Пучок длинных сплошных столбиков		Трехлучевой кристалл		Обернутый звездчатый кристалл
	Пирамида		Четырехлучевой кристалл		Густо обернутая пластина или сектор
	Чаша		Кристалл с 12 широкими лучами		Густо обернутый звездчатый кристалл
	Сплошная пулька		Дендритный кристалл с 12 лучами		Звездчатый кристалл с намерзшими пространственными отростками
	Полая пулька		Кристалл неправильной формы		Плотная снежинка с гексагональными отростками
	Сплошной столбик		Пластина с расходящимися в пространстве пластинками		Плотная снежинка в виде комочка
	Полый столбик		Пластина с расходящимися в пространстве дендритными лучами		Плотная снежинка с необсернуемыми отростками

# Полный справочник «охотника за снежными кристаллами», который использует в своей работе ученый и фотограф Кеннет Либрехт

	Сплошная толстая пластинка		Звездчатый кристалл с расходящимися в пространстве пластинками		Крупа с признаками гексагональной структуры
	Толстая пластинка скелетной структуры		Звездчатый кристалл с расходящимися в пространстве дендритными лучами		Комкообразная крупа
	Виток спирали		Пучок расходящихся лучей-пластин		Крупа конической формы
	Пучок пулек		Пучок расходящихся дендритных лучей		Частицы льда
	Пучок столбиков		Столбик с пластинами у основания («заполки»)		Обзерненная частица
	Гексагональная пластинка		Столбики с дендритными отростками		Лучевой обломок
	Кристалл с лучами в виде секторов		Множество покрывающих друг друга столбиков		Обзерненный лучевой обломок
	Кристалл с широкими лучами		Пулька с пластинкой у основания		Обзерненная смесь
	Звездчатый кристалл		Пульки с дендритными отростками		Мельчайший столбик
	Обыкновенный дендритный кристалл		Звездчатый кристалл с иглами		Зародыш скелетной структуры
	Паллоритинкообразный кристалл		Звездчатый кристалл со столбиками		Мельчайшая гексагональная пластинка
	Звездчатый кристалл с пластинами на концах		Звездчатый кристалл с витками спирали на концах		Мельчайший звездчатый кристалл
					Мельчайший пучок пластин
					Бесформенный зародыш

# ИЗ ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ СНЕЖИНОК

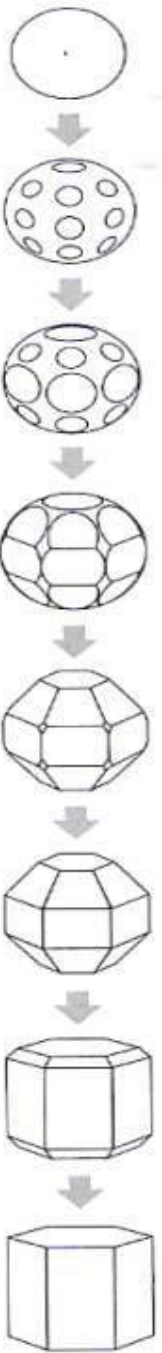
**Иоганн Кеплер**

- **отметил, что все снежинки имеют 6 граней и одну ось симметрии;**
- **проанализировал симметрию снежинок.**



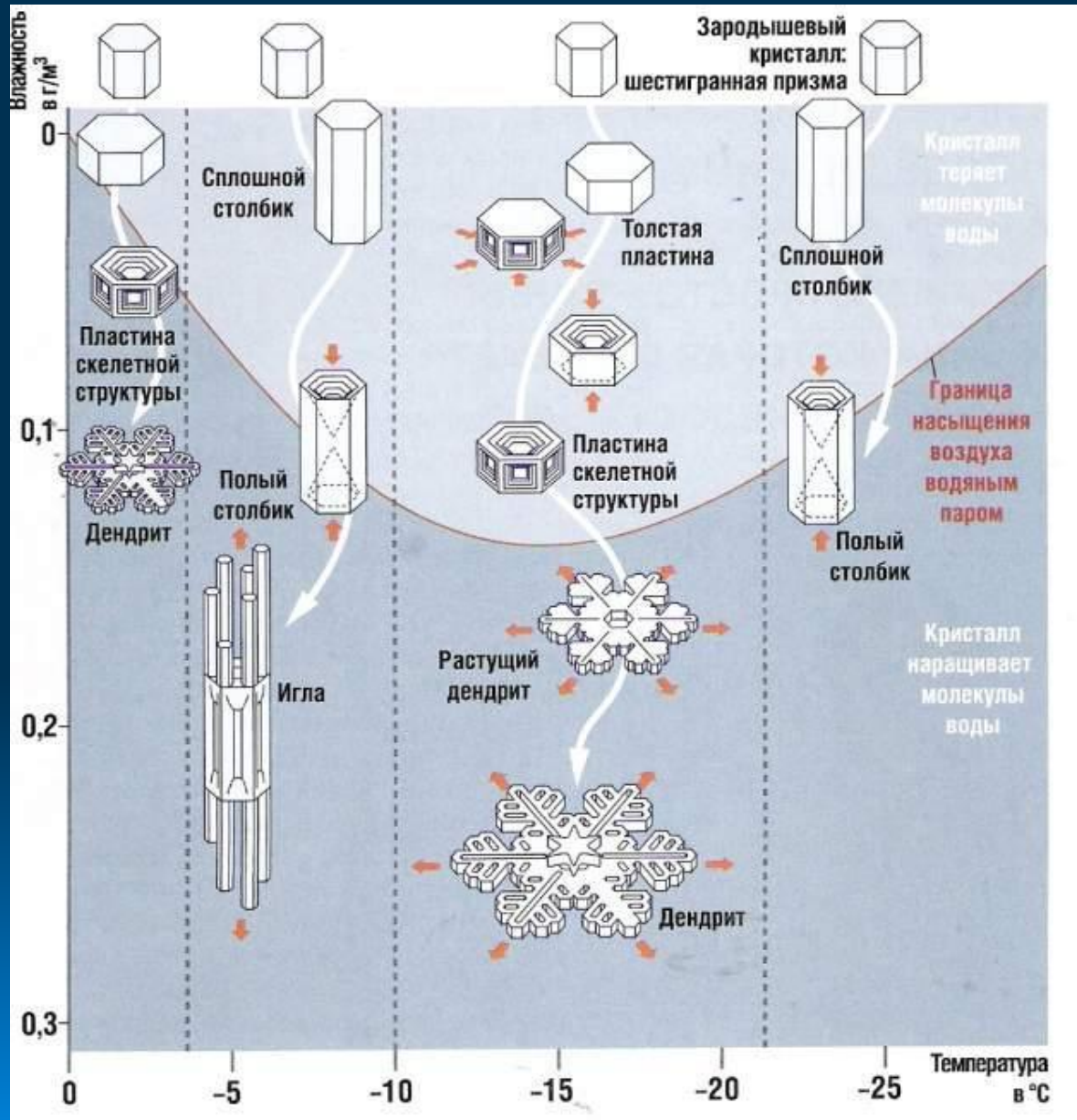
# РОЖДЕНИЕ КРИСТАЛЛА

Шарик из пылинки и молекулы  
воды растет, принимая форму  
шестигранной призмы.



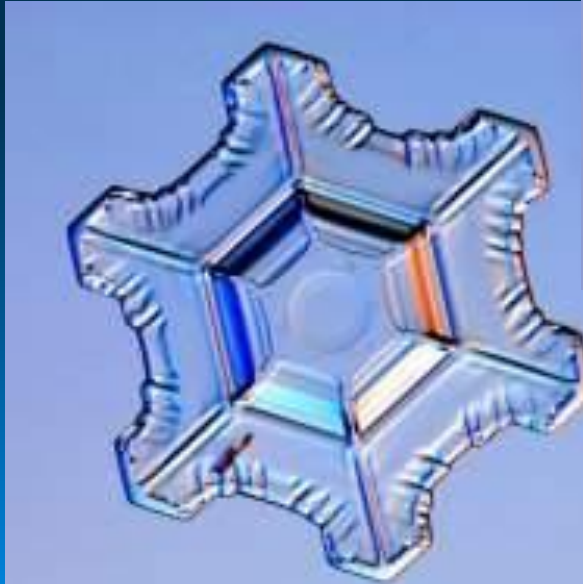


# Зависимость форм снежинок от внешних условий



# Симметрия снежинок



















# Заключение

- Существуют снежные кристаллы 48 видов, разбитые на 9 классов.
- Величина, форма и узор снежинок зависят от температуры и влажности.
- Внутренне строение снежного кристалла определяет его внешний облик.
- Все снежинки имеют 6 граней и одну ось симметрии.
- Сечение кристалла, перпендикулярное оси симметрии, имеет шестиугольную форму.



И все-таки, загадка осталась для нас  
загадкой:  
почему в природе так часто  
встречаются гексагональные  
формы?

