



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











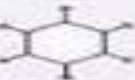





















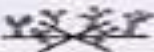









**Сигсон** (г.Рыбинск) нашел не худший способ фотографирования снежинок: снежинки надо помещать на тончайшей, почти паутинной, сетке из шелковинок, - тогда их можно снять во всех деталях, а сетку потом заретушировать.

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 кристаллами», 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		Пластины в виде ступенчатой лестницы
	Связка полых цилиндров		Пластины с простыми отростками на ребрах		Пучки пучков, столбиков и пластин
	Длинный сплошной столбик		Пластины с отростками секторной формы		Обернутый игольчатый кристалл
	Пучок игл		Пластины 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 необернутыми отростками

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



Сплошная толстая пластинка



Толстая пластинка скелетной структуры



Виток спирали



Пучок пулек



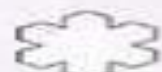
Пучок столбиков



Гексагональная пластинка



Кристалл с лучами в виде секторов



Кристалл с широкими лучами



Звездчатый кристалл



Обыкновенный дендритный кристалл



Палорозетткообразный кристалл



Звездчатый кристалл с пластинками на концах



Звездчатый кристалл с расходящимися в пространстве пластинками



Звездчатый кристалл с расходящимися в пространстве дендритными лучами



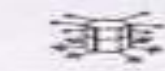
Пучок расходящихся лучей-пластин



Пучок расходящихся дендритных лучей



Столбик с пластинками у основания («заполки»)



Столбики с дендритными отростками



Множество покрывающих друг друга столбиков



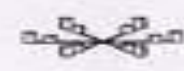
Пулька с пластинкой у основания



Пульки с дендритными отростками



Звездчатый кристалл с иглами



Звездчатый кристалл со столбиками



Звездчатый кристалл с витками спирали на концах



Крупная с признаками гексагональной структуры



Комкообразная крупка



Крупка конической формы



Частицы льда



Обзерненная частица



Лучевой обломок



Обзерненный лучевой обломок



Обзерненная смесь



Мельчайший столбик



Зародыш скелетной структуры



Мельчайшая гексагональная пластинка



Мельчайший звездчатый кристалл



Мельчайший пучок пластин



Бесформенный зародыш

# ИЗ ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ СНЕЖИНОК

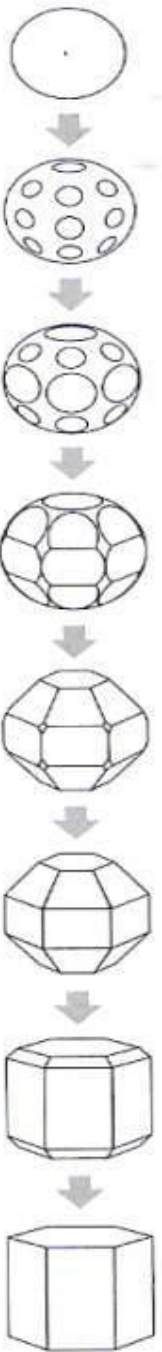
Иоганн Кеплер

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



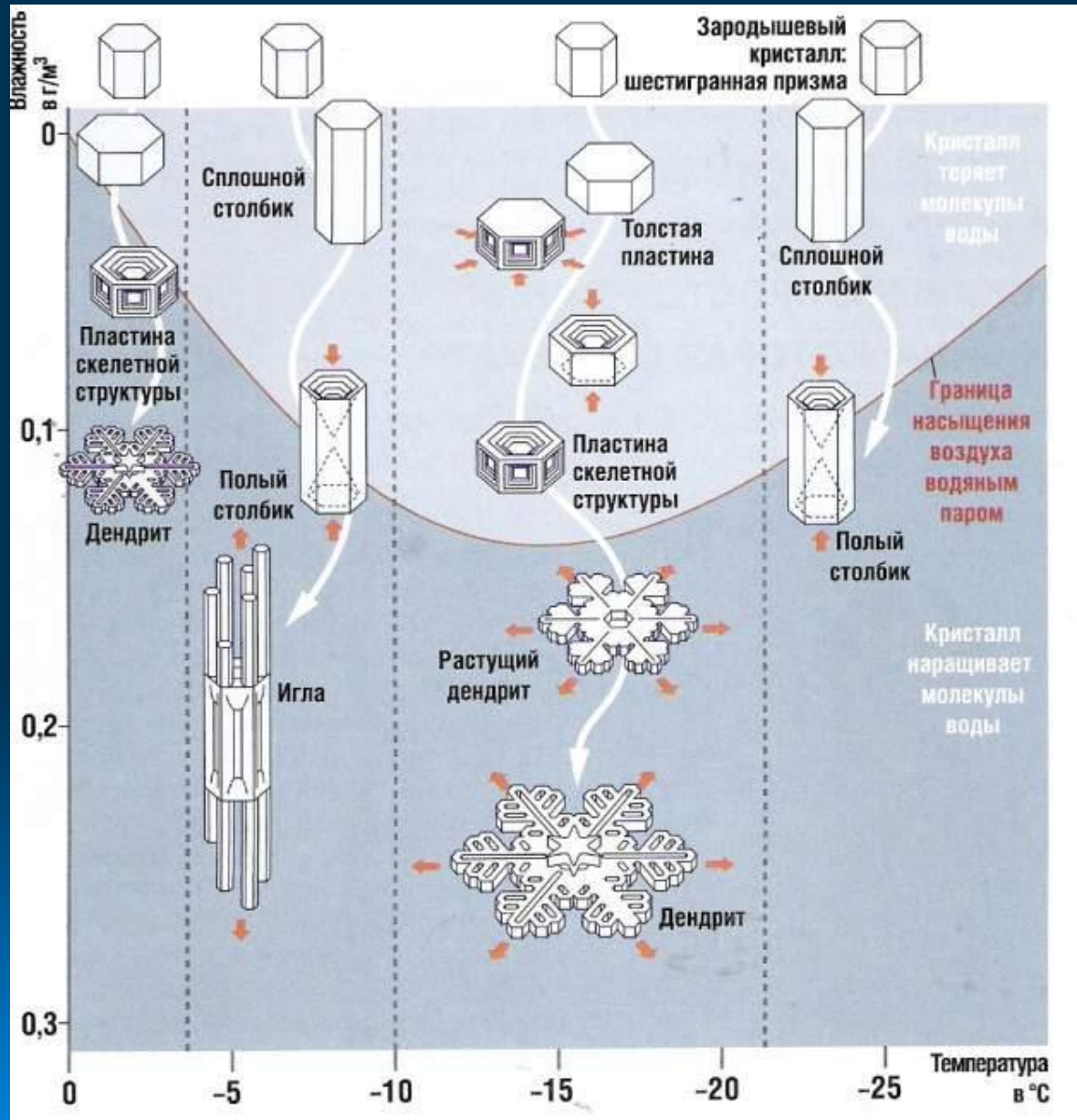
# РОЖДЕНИЕ КРИСТАЛЛА

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



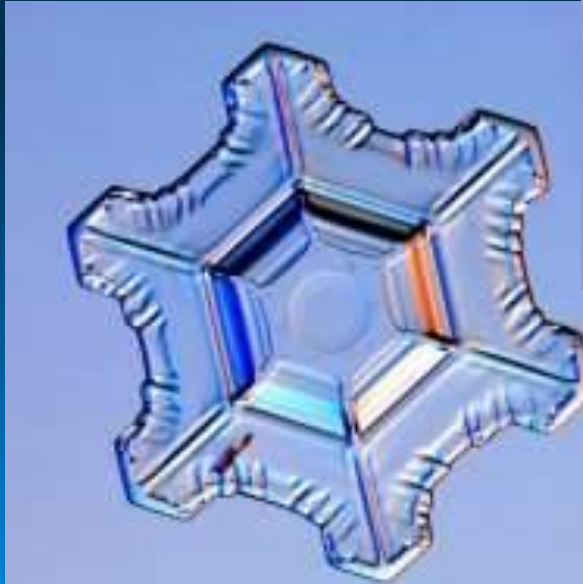


# Зависимость форм снежинок от внешних условий



# 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?

