

Math Models Snowflakes



This dendritic snowflake was created using a computer model developed by Janko Gravner at UC Davis and David Griffeath at the University of Wisconsin-Madison. Credit: Janko Gravner and David Griffeath

Three-dimensional snowflakes can now be grown in a computer using a program developed by mathematicians at UC Davis and the University of Wisconsin-Madison.

No two snowflakes are truly alike, but they can be very similar to each other, said Janko Gravner, a mathematics professor at UC Davis. Why they are not more different from each other is a mystery, Gravner said. Being able to model the process might answer some of these questions.

Intricate, incredibly variable and beautiful, snowflakes have been puzzling mathematicians since at least 1611, when Johannes Kepler predicted that the six-pointed structure would reflect an underlying crystal structure.

Snowflakes grow from water vapor around some kind of nucleus, such as a bit of dust. The surface of the growing crystal is a complex, semi-liquid layer where water molecules from the surrounding vapor can attach or detach. Water molecules are more likely to attach at concavities in the crystal shape.

The model built by Gravner and David Griffeath of the University of Wisconsin-Madison takes these factors, as well as temperature, atmospheric pressure and water vapor density, into account. By running the model under different conditions, the researchers were able to recreate a wide range of natural snowflake shapes.

Rather than trying to model every water molecule, it divides the space into three-dimensional chunks one micrometer across. The program takes about 24 hours to produce one "snowflake" on a modern desktop computer.

As in the real world, needles are the most common pattern of computer-generated snowflake. The classic six-pointed "dendritic" or feathery snowflake is relatively rare, both in the computer simulation and in nature.

Gravner and Griffeath also managed to generate some novel snowflakes, such as a "butterflake" that looks like three butterflies stuck together along the body. Gravner said there seemed to be no reason these shapes could not appear in nature, but they would be very fragile and unstable.

One surprise was that three-dimensional structure is often important, with complex structures often growing between two plates -- a feature that is difficult to see when observing actual snowflakes, but has been observed in careful studies of real snowflakes with electron microscopes.

A paper describing the model has been submitted for publication.

Images and movies of snowflake growth models: <http://psoup.math.wisc.edu/Snowfakes.htm>

Source: University of California - Davis

» Next Article in General Science - Mathematics: **Researchers create mathematical model of fruit fly eyes**

Related Products:

What's this?

oregon Scientific WT68 Barbie B School Writing Tablet -

Stacks and Stacks Magneatos 66 Pieces Plastic Blocks - Kaplan Toys

Arch and Tunnel Set by Guidecraft - DigitalKitchenStore.com



News

Health & Medicine

Articles

Mind & Brain

Videos

Plants & Animals

Images

Earth & Climate

Books

Space & Time

Matter & Energy

Science News

[Share](#) [Blog](#) [Cite](#)

Math Models Snowflakes In Extraordinary Detail

ScienceDaily (Jan. 18, 2008) —

Three-dimensional snowflakes can now be grown in a computer using a program developed by mathematicians at UC Davis and the University of Wisconsin-Madison.

See also:

Computers & Math

- Computer Modeling
- Mathematics
- Mathematical Modeling
- Communications
- Computer Science
- Artificial Intelligence

Reference

- Computer simulation
- Computer animation
- 3D computer graphics
- Fractal

No two snowflakes are truly alike, but they can be very similar to each other, said Janko Gravner, a mathematics professor at UC Davis. Why they are not more different from each other is a mystery, Gravner said. Being able to model the process might answer some of these questions.

Intricate, incredibly variable and beautiful, snowflakes have been puzzling mathematicians since at least 1611, when Johannes Kepler predicted that the six-pointed structure would reflect an underlying crystal structure.

Snowflakes grow from water vapor around some kind of nucleus, such as a bit of dust. The surface of the

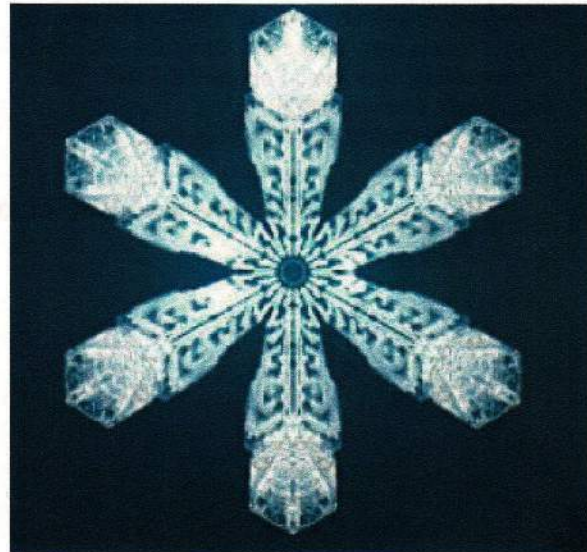
growing crystal is a complex, semi-liquid layer where water molecules from the surrounding vapor can attach or detach. Water molecules are more likely to attach at concavities in the crystal shape.

The model built by Gravner and David Griffeath of the University of Wisconsin-Madison takes these factors, as well as temperature, atmospheric pressure and water vapor density, into account. By running the model under different conditions, the researchers were able to recreate a wide range of natural snowflake shapes.

Rather than trying to model every water molecule, it divides the space into three-dimensional chunks one micrometer across. The program takes about 24 hours to produce one "snowflake" on a modern desktop computer.

As in the real world, needles are the most common pattern of computer-generated snowflake. The classic six-pointed "dendritic" or feathery snowflake is relatively rare, both in the computer simulation and in nature.

Gravner and Griffeath also managed to generate some novel snowflakes, such as a "butterflake" that looks like three butterflies



Computer-generated snowflake. (Credit: Graphic courtesy of Janko Gravner and David Griffeath)

Ads by Google

Advertise here

Be a Science Teacher

Teach Science Grade K-8 with a Master's in Science 100% Online.
Walden.EarnMyDegree.com

Is Nursing for You?

Take this Quiz to Find Out if Nursing is the Career For You!
www.LearnAndBecome.com

Science of Spirituality

How to Tap Into Your True Potential Free Ebook - Limited Time Only.
www.DreamManifesto.com

Find Science Videos

Science Videos to Teach Class Make Class Fun Again with Videos
www.HotChalk.com/NBCNews

Just In:
Tearless

Science



Material
Forens
Mather
Outcon
Simula
[more s](#)

Health Science
South Univers
Programs.
online.southuniver

EcoSteel Con
Architectural Gr
the Trees. Evc
www.ecosteel.com

Breaki

Abdom
surgery
Labelir
beef st
Novel r
is teste
China l
look at
Flappir

stuck together along the body. Gravner said there seemed to be no reason these shapes could not appear in nature, but they would be very fragile and unstable.

One surprise was that three-dimensional structure is often important, with complex structures often growing between two plates -- a feature that is difficult to see when observing actual snowflakes, but has been observed in careful studies of real snowflakes with electron microscopes.

Adapted from materials provided by University of California - Davis.

Need to cite this story in your essay, paper, or report? Use one of the following formats:

- APA University of California - Davis (2008, January 18). Math Models Snowflakes In Extraordinary Detail. *ScienceDaily*. Retrieved February 5, 2008, from <http://www.sciencedaily.com/releases/2008/01/080117093448.htm>
- MLA

Search ScienceDaily *Number of stories in archives: 44,032*

Ward's science

High Quality Science Supplies. Your Source For Science Since 1862.
www.wardsci.com

Related Stories

Purdue Mathematician Claims Proof For Riemann Hypothesis (Jun. 9, 2004) — A Purdue University mathematician claims to have proven the Riemann hypothesis, often dubbed the greatest unsolved problem in ... > [read more](#)



Quasicrystals: Somewhere Between Order And Disorder (May 29, 2007) — Until 1982, quasicrystals weren't just undiscovered, they were believed to be physically impossible. Mathematicians now offer a key proof in the study of quasicrystals. The work, which was 10 years ... > [read more](#)

Mathematician Probes Geometric Route To Combat Viruses (Apr. 4, 2007) — A mathematician at the University of York has been awarded a Research Leadership Award to study the geometry of viruses. Dr Reidun Twarock will study the structure and assembly of viruses, which will ... > [read more](#)



Manhattan-Size Calculation: Mathematicians Map One Of The Most Complicated Structures (Mar. 19, 2007) — Mathematicians have mapped the inner workings of one of the most complicated structures ever studied: the object known as the exceptional Lie group E8. This achievement is significant both ... > [read more](#)

Find with keyword(s):

Search

Enter a keyword or phrase to search ScienceDaily's archives for related news topics, the latest news stories, reference articles, science videos, images, and books.

Ads by Google

Advertise here

Online IT Degree w/Certs

Accredited Online Bachelors Degree
Current Certs Waive up to 25%
www.WGU.edu

Free Grant Kit- 2008

Get \$20,000 In Science Grants. Never
Repay, Today Only!
Science.GrantInspector.com

Fire Science Degree

Online, accredited, & affordable
Bachelors, Associates, Certificates
www.ColumbiaSouthern.edu

airplanes are envisioned

[more science news](#)

In Other News ...

Iraqi refugees trickle
into U.S.

Romney: McCain not
'inevitable' nominee

UPI NewsTrack
TopNews

Emerging Technology Trends

January 21st, 2008

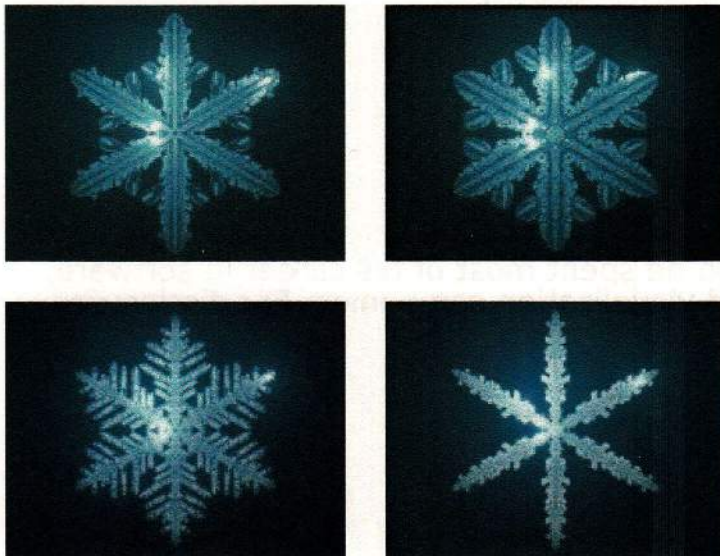
Snowflakes or 3-D snowflakes?

Posted by Roland Piquepaille @ 10:37 am

Categories: Science & Nature

Tags: 3D, Researcher, Image, Computer, Molecule, Productivity, Roland Piquepaille

Snowflakes have been puzzling mathematicians for about four centuries. Still, scientists have never been able to fully explain snowflake shapes. For example, is it true that their six-pointed structure reflects an underlying crystal structure? Now, two U.S. mathematicians have developed software that simulates 3-D snowflakes. And they discovered that even 'no two snowflakes are truly alike,' they're very similar to each other. In fact, the real mystery is why they are not more different from each other. But read more to discover beautiful images...



You can see above four examples of snowflakes created by two mathematics professors, David Griffeath of the University of Wisconsin-Madison and Janko Gravner, at UC Davis, but who got his PH.D. in Wisconsin. (Credit: Janko Gravner and David Griffeath) Here are two links to Janko Gravner's profile and to David Griffeath's Primordial Soup Kitchen website. Both researchers are focused on self-organization of random cellular automata.

Snowflakes are fragile and hard to look at because 'of the warmth in an observer's breath.' But how do they grow up in the first place? "Snowflakes grow from water vapor around some kind of nucleus, such as a bit of dust. The surface of the growing crystal is a complex, semi-liquid layer where water molecules from the surrounding vapor can attach or detach. Water molecules are more likely to attach at concavities in the crystal shape."

Simulating the growth of snowflakes on a computer is a good exercise, but how is it possible to know if the simulations are really generating snowflake patterns? "The model built by Gravner and Griffeath of the University of Wisconsin-Madison takes the [above] factors, as well as temperature, atmospheric pressure and water vapor density, into account. By running the model under different conditions, the researchers were able to recreate a wide range of natural snowflake shapes. Rather than trying to model every water molecule, it divides the space into three-dimensional chunks one micrometer across. The program takes about 24 hours to produce one 'snowflake' on a modern desktop computer."

A full day on a desktop computer? Don't these researchers have access to clusters.

Anyway, if you're interested by snowflakes and crystal growth, you should read "What a Flake," published by *Science News* in December 2006. Here is how the author, Peter Weiss, described how cellular automata were used to simulate snowflakes. "The software entrepreneur and scientific maverick Stephen Wolfram recently reasserted claims made by him

and others in the 1980s that simple computer algorithms, called cellular automata, can create realistic snowflake shapes. A cellular automaton generates a pattern by coloring each location on a grid according to a rule that takes into account the colors of neighboring locations. For snowflake simulations, such computer programs operate on a honeycomb because ice crystals, considered at the molecular level, are made up of water molecules arranged in hexagons."

But Griffeath and Gravner thought that "snowflake patterns from such rudimentary cellular automata as being realistic." So they "have now used yet another variation on cellular automata, known as a coupled-lattice map, to model snowflakes. The approach avoids the breakdowns that plague models based on partial differential equations, Griffeath says."

You can find images, movies and scientific papers on the Snowfakes. The images above have been extracted from a technical paper called "Modeling Snow Crystal Growth III: three-dimensional snowfakes" (PDF format, 40 pages, 9.59 MB). Be sure to read it because it contains many other beautiful images of "snowfakes."

Sources: UC Davis News, January 16, 2008; Peter Weiss, Science News, Volume 170, Number 26/27, December 23, 2006, Page 408; and various websites

You'll find related stories by following the links below.

- Mathematics
- Nature
- Science
- Software

Roland Piquepaille lives in Paris, France, and he spent most of his career in software, mainly for high performance computing and visualization companies. For disclosures on Roland's industry affiliations, [click here](#).

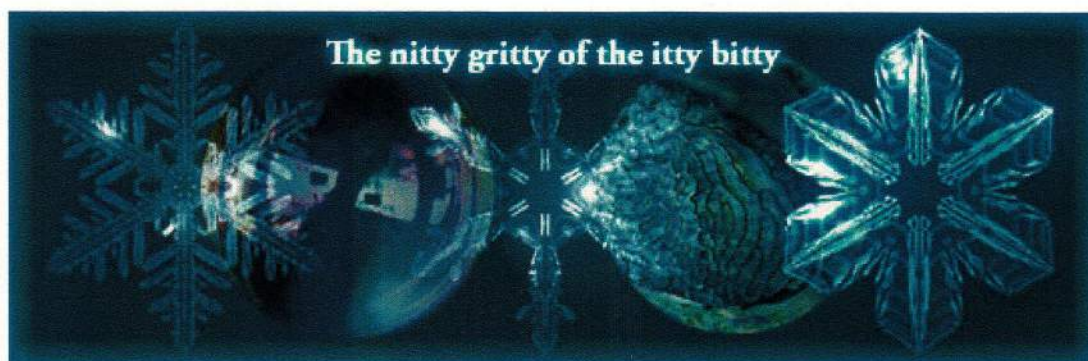
People who read this, also read...

- Watching the world like our ancestors
- Not Steganography anyway...
- Watch your fuel burning in 3-D
- Virtual actors: Cheaper, better, faster than humans?
- AI behind virtual Van Gogh

The URI to TrackBack this entry is:

<http://blogs.zdnet.com/emergingtech/wp-trackback.php?p=810>

© 2008 CNET Networks, Inc. All Rights Reserved.

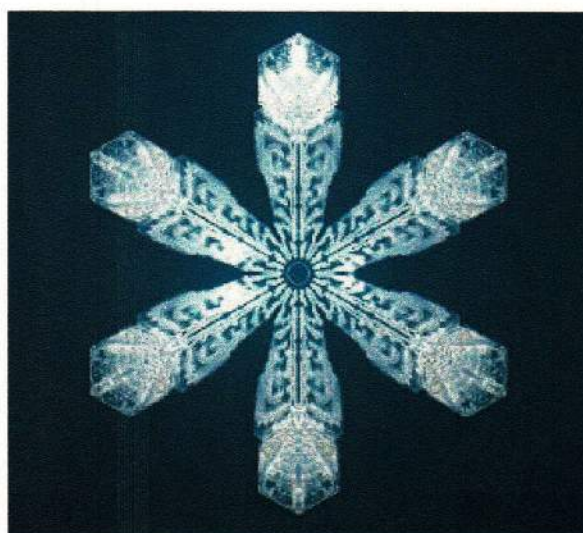


Making snowflakes or "snowfakes"?

POSTED 31 JANUARY 2008

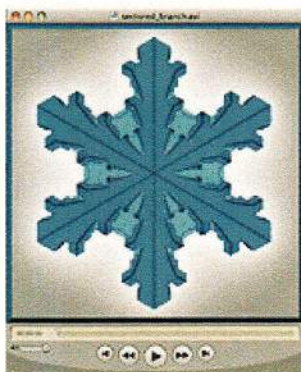
They fall uncounted and uncountable from the sky in seemingly infinite variety: Each an itty-bitty water crystal built around a tiny nucleus of dust. The shape of the snowflake may range from blocky crystal to feathery star, all dominated by the 60-degree bond that water molecules make as they freeze. Now we hear that a computer model can simulate the shape of snowflakes. Built on a renewed understanding of how snowflakes form, the new work shows that Mother Nature still has a few trick cards up her frosty sleeve

...



(above) A sandwich plate snowflake -- er, snowfake, generated by computer. Image: [Gravner-Griffeath Snowfakes](#)

The Why Files talked about the nitty-gritty of snowflakes with David Griffeath, professor of mathematics at University of Wisconsin-Madison, who worked on snowflake simulation with Janko Gravner, a mathematician at the University of California at Davis.



Click the still to make the snowflake (2.8 mb). Movie: [Gravner-Griffeath](#)

The Why Files: There's a long history of studying snowflakes...

David Griffeath: We are trying to emulate nature, but there are questions remaining about how nature makes snowflakes, too. The question of snowflakes has been extremely intriguing to some in the high pantheon of science for almost 400 years, including Johannes Kepler, who first described the orbital motion of planets. They noticed that snowflakes had this very complex structure, but also a very elementary geometry and symmetry. What was causing that? Back then, the short answer was "God," and that remains very popular to this day.

Somehow the supreme maker, the intelligent designer, is taking time out to design these little guys...

Q: How does your software form a snowflake?

Search

[Education](#)
[Archives](#)

Cool Science Images



[Pasta Polymer](#)

Interactives



[Virtual Science!](#)

[Tom Siegfried](#)

[Teacher Activities](#)

Nuts 'n Bolts

[Talk to us](#)

[Store](#)

[Join mailing list](#)

[About this site](#)

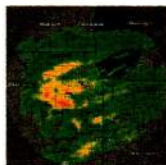
[About the team](#)

[RSS](#)

Home > Local news

Classified

Cars
Jobs
Real estate
Apartments
Local stores & deals
Dating
Pets
Items for sale
Place an ad



Shopping

Weather

Traffic

News

Local
Triblocal
AP local stories
Nation/World
Sports
Business
Entertainment
.....
Politics/Elections
Travel
Living
Health & Fitness
Religion
Education
Commuting
Death notices
News obituaries
Off the beat

Opinions/Editorials

Blogs

Horoscopes

Video

Photos/Multimedia

Special reports

Resources

Newsletters/alerts
Mobile
MyNews
RSS feeds
Send a news tip
Tribune Store
Accuracy
About us
Tribune staff
Archives
News in education
Most popular
Site map

Newspaper services

Today's paper
Subscribe now
Subscriber Advantage
Vacation hold
Delivery issue
Pay bill
Contact us

Every snowflake tells own story

Nature can crank out millions a day -- computer, just 1

By James Janega | TRIBUNE REPORTER
February 1, 2008

On winter mornings like this one, most people have seen enough snow.

But there are some who can't get enough of it, from physicists who study it to mathematicians plying its sublimely symmetrical growth, to Soldier Field maintenance men aiming snowmaking machines at sled hills on days when snow clouds loom.

You could forgive folks around here for being more tired of snow. A season of nickel-and-dime storms has dumped 26.7 inches of snow on the region, at least a half-foot more than usual.

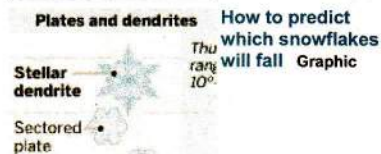
Article tools

[E-mail](#)
 [Share](#)
 [Print](#)
 [Normal page view](#)
 [Reprints](#)
[Post comment](#)
Text size:

Related links



[Snowflakes](#) [Photos](#)



And that was before the storm Thursday.

"I'll be ready for spring, I'll just say that," said National Weather Service meteorologist Stephen Rodriguez, a recent transplant to Chicago from Kansas.

Still, to some people -- scientists, say, or those with indoor parking -- snowflakes are beautiful and mysterious, their secrets elusive. It took until just this winter, for instance, to even write a computer program that could accurately make a picture of a snowflake. For such a seemingly simple shape, experts say, snowflakes are confoundingly complex.

Scientists have studied snow crystals for nearly 400 years but don't yet fully understand why they form as they do. The most penetrating insights into snowflakes conclude only that they do occur, and when certain kinds might appear.

For those inclined to look, the past week's roller-coaster temperatures have been a kind of laboratory for snowflake shapes.

The biggest, prettiest snowflakes -- with wide branching fingers called dendrites and sectorial hexagonal plates -- appear when it is humid and the temperature is about 5 degrees.

Lower temperatures, say 20 degrees below zero, create shapes like minuscule columns and compact

plates. Snow needles form at about 22 degrees.

Warmer air makes small dendrites again. Plates form in drier air. Damp air provides feathered tendrils.

Start with dust

Each snowflake starts as a mote of atmospheric dust. A few molecules of water glom on, freeze, then sweep up more vapor as they float through the air. Something like a million microscopic droplets hook on in every direction, creating a six-fold symmetry rooted in

molecules. Like Velcro, the branching flakes clump together and fall in clusters.

The basic snowflake shape everyone pictures is the stellar dendrite, with six serrated arms that look like a kindergartner cut them from folded paper.

But observations show there are 34 more shapes, each distinct enough to earn a place on a widespread chart that serves as a periodic table for snowflakes.

They include solid columns and simple prisms, sheaths, scrolls on plates, triangular forms, hollow columns, cups, capped columns, bullet rosettes, radiating plates, 12-branched stars, simple needles, needle clusters, arrowhead twins, hollow plates, a mishmash of irregular shapes and tiny nuggets called graupel.

No two are alike, scientists say, because no two are formed in precisely the same atmospheric conditions.

As for the difference between real flakes and snow-machine ice crystals, machines blow out tiny frozen water droplets -- not snow at all.

The book on snowflakes

Ken Libbrecht, physics chairman at the California Institute of Technology, has devoted much of nine years and four books to snow. He has created snowflakes in chilled boxes, described their appearance and published more than 8,000 pictures of them, more or less as a hobby. No one else will fund it.

His real job (meaning funded) is studying gravitational disturbances from supernovae and acoustic waves in the Sun. He has built magnetic traps for cesium atoms and pondered aspects of physics weightier than the formation of snow crystals.

But Martha Stewart mentioned him on her television show in 2006 for writing his "Field Guide to Snowflakes." Book profits underwrite his research on how ice crystals form, and he isn't tired of doing it yet.

"The more you study it, the more you get completely amazed by water," Libbrecht said. "Even though humans have watched ice grow since before recorded history, we still don't understand how. It's staring you right in the face, and we don't understand how it works."

Libbrecht is self-deprecating and careful, a mental repository for man's knowledge of snow crystals. In 2005, he wrote a paper on what has and hasn't been learned, something like a State of the Union address for snowflakes. It cites 140 researchers on 117 papers dating to the 1600s.

Snowflake research

Among them are Johannes Kepler, who in 1611 correctly traced the motion of the planets then dashed off a treatise about snowflakes.

And Rene Descartes, who jotted down several kinds of snowflakes he'd seen in 1637 -- the same year he bridged algebra and geometry with an "x- and y-axis" coordinate system, and uttered the famous words "I think, therefore I am."

Later interest in crystals for metallurgy made snow a hot topic in the 1980s. Libbrecht's lab work and photos in the late-1990s goaded others into still more research.

With Libbrecht's pictures as a guide, mathematicians Janko Gravner and David Griffeath got attention this winter by revealing they had a computer model that took basic weather inputs and made convincing snowflake images from them. (The best previous models made things that looked like sea urchins or fern fronds.) The program took them three years to perfect, and each image takes a full day to make.

If forced to choose a favorite, Gravner, of the University of California-Davis, points to Figure 4 in their formal paper.

Researcher's favorite

It looks like six feathers with narrow plates branching off midway to their tips, and Gravner describes it as a mathematician might. It is a dendritic snowflake with plate extensions. The dendrites extend out along well-defined ridges. It embodies to him a snowflake's internal tension as it chooses between forming wide plates or tiny wispy branches. "Aesthetically, it shows the interplay between chaos and order," he said.

"I'd think they were about the most beautiful thing I've ever seen," Griffeath said in a telephone interview from his office at the University of Wisconsin-Madison.

Yes, they are compelling because they are so little understood, Griffeath says. "Yes, they're beautiful as both art and science."

And yes, at this time of year, they're also nearly unavoidable.

With that, Griffeath said, he had to go home and shovel.

top jobs
AUTOBODY TECH
FOREX TRADER
LAND ROVER
TECHNICIANS
PARTS COUNTER
TRAINING AND
TECHNICAL SUPPORT
ADMINISTRATOR
View all Top Jobs
Search Chicago jobs

All Chicago jobs
Post resume
Post a job
powered by
careerbuilder

Traffic

Check traffic hot spots | Sign up for alerts

	Out In
	Out In
	Out In
	Out In
	Out In

Find cheap gas in your area

School report card

School Name

District



ГРАНИ.ru

ПОЛИТ.РУ
ЗАПРЕЩЕННОЕ
ИНТЕРВЬЮ
ГОРБАЧЕВА
О ПУТИНЕ



**Матвиенко
раскрыла
тайну
Путина**

**РАЗДЕЛИ НЕВЕСТУ
ПРЕЗИДЕНТА ФРАНЦИИ**

[Главная](#)
[Мнения](#)
[Политика](#)
[Общество](#)
[Выборы](#)
[Акции протеста](#)
[Происшествия](#)
[Наука](#)
[Экономика](#)
[Культура](#)
[Эссе](#)
[Фотогалереи](#)
[Дермодетр](#)
АВТОРИЗАЦИЯ:

login:

password:

[ВХОД](#)
**Регистрация и вход
для пользователей**
[OpenID](#)
[LiveJournal](#)
Спецпроекты:

ПОЛИТ.РУ

**трагедия
заложников**

Партнёры:

**xxx
astro-ph**

**Элементы
Большой
науки**

ВОКРУГ СВЕТА

**свежие
"звездные"
новости**

Призер

Реклама:
[Начало](#) [Общество](#) [Наука](#)

Математики научились моделировать снежинки



Американские исследователи - профессор математики Янко Гравнер ([Janko Gravner](#)) из Калифорнийского университета в Дэвисе ([University of California-Davis](#)) и Дэвид Гриффит ([David Griffeath](#)) из Университета Висконсина-Мэдисона ([University of Wisconsin-Madison](#)) - с помощью компьютера научились достоверно моделировать образование реальных трехмерных снежинок - то есть они решили наконец задачу, которая до сих пор не поддавалась всем усилиям ученых. Такие моделированные снежинки получили наименование "снежных фальшивок", псевдоснежинок - [snowfakes](#) (очевидная игра слов, ведь снежинки по-английски именуются 'snowflakes'). Статья, размещенная на сайте электронных препринтов, называется [Modeling snow crystal growth III: three-dimensional snowfakes](#).

Как известно, найти пару совершенно одинаковых снежинок практически невозможно, хотя они могут быть очень похожими между собой. Это одна из тех давних столетних тайн, раскрыть которую поможет процесс компьютерного моделирования. А первый шаг на пути к разгадке сделал в 1611 году в зимней Праге Иоганн Кеплер, когда в своем шутовском трактате, посвященном снежинкам и подаренном своему благодетелю, придворному советнику Иоганну Вакгеру фон Вакенфельсу, отметил, что все они имеют шесть граней и одну ось симметрии. Великий астроном связал эту особенность с характером расположения частиц, из которых снежинки состоят, тем самым заложив основы кристаллографии. В 1635 году французский философ и математик Рене Декарт занялся описанием видов снежинок, разглядывая их невооруженным глазом. Он писал, что снежинки похожи на розочки, лилии и колесики с шестью зубцами. Его особенно поразила найденная им в середине снежинки "крошечная белая точка, точно это был след ножки циркуля, которым пользовались, чтобы очертить ее окружность". Декарт также впервые нашел и описал достаточно редкую двенадцатиконечную снежинку. До сих пор двенадцатиконечная снежинка считается большой редкостью, так до конца и неясно, где и при каких условиях она образуется. Считается, что снежинок с 4, 5 и 8 гранями не бывает, а вот с тремя увидеть можно.

В 1665 году Роберт Гук рассматривал снежинки уже под микроскопом, оставив нам свои зарисовки. Первые фотографии снежного кристалла под микроскопом были сделаны в 1885 году американским фермером Уилсоном Бентли. Сфотографировав за свою жизнь свыше пяти тысяч снежных кристаллов, он пришел к выводу, что среди них нет ни одного одинакового. В 1931 году вышла его знаменитая книга "Снежные кристаллы". В 1932 году физик-ядерщик Укихиро Накая, профессор Университета в Хоккайдо, занялся выращиванием искусственных снежных кристаллов, что позволило составить первую классификацию снежинок и выявить зависимость величины и формы этих образований от температуры и влажности воздуха. В городе Кага,

Реклама :

Классификация форм снежинок

В 1951 году Международная комиссия по снегу и льду классифицировала все твердые осадки на семь основных и три дополнительных типа: пластинки, звездчатые кристаллы, столбцы или колонны, иглы, пространственные дендриты, столбцы с наконечниками и неправильные формы. Выделено еще три вида обледенелых осадков: мелкая снежная крупа, ледяная крупа и град. По пути к земле снежные кристаллы часто меняются до неузнаваемости. Ветер ломает лучи кристаллов, на их поверхности осаждаются капли воды, некоторые друг с другом слипаются. Часто до земли долетают лишь крупные снежные хлопья - сросшиеся пластинки. Округленные и заиндевевшие снежинки превращаются в снежную крупу. А обледеневшие кристаллы с измененными формами называют еще "ледяным дождем". В насыщенных водяным паром облаках лед слоями намерзает на ядро кристаллизации, образуя град. Чем сложнее и необычнее путь градин, тем загадочнее их форма.

Выбор читателей :
**Молчать или
кричать?**

**Новые
данные о
потерях в войне**

**Тайна
богатства
Путина**

**Океан станет
супом из мусора**

**Педофилу
дали условный
срок**

**Пираты не
боятся ВМФ
России**


описали уже 80 типов кристаллов.

Снежинки растут из перенасыщенного водяного пара, причем центрами кристаллизации служат пылинки, взвешенные в атмосфере, частицы вулканического пепла, ионы газа и т.д. Поверхность растущего кристалла - это полужидкий слой, к которому молекулы воды могут как присоединяться, так и снова отделяться от него. С большей вероятностью эти молекулы занимают места на вогнутых участках кристаллической формы, и льдинки размером всего в десятую долю миллиметра уже обладают гексагональной решеткой. Причина - в строении молекулы воды H_2O , которую можно представить в виде тетраэдра (пирамиды с треугольным основанием). В центре - атом кислорода, в двух вершинах - по атому водорода, вернее, это ядра водорода, протоны, электроны которых задействованы в образовании ковалентной связи с кислородом. Две оставшиеся вершины занимают пары валентных электронов кислорода, которые не участвуют в образовании внутримолекулярных связей, отчего их называют неподеленными. При взаимодействии протона одной молекулы с парой неподеленных электронов кислорода другой молекулы возникает водородная связь, менее прочная, чем внутримолекулярная связь, но тем не менее достаточно мощная для удержания соседних молекул под строго определенными углами.

Модель, построенная Гравнером и Гриффитом, учитывает множество коэффициентов и параметров - атмосферное давление, температуру, концентрацию паров и проч. Варьируя эти коэффициенты (то есть меняя начальные условия образования снежинок), исследователи сумели воспроизвести достаточно обширный ряд естественных форм снежинок. Вместо того, чтобы моделировать поведение каждой молекулы воды, программа просто делит пространство на клетки поперечником в один микрометр. Моделирование одной снежинки занимает на обычном настольном компьютере приблизительно сутки.

Как и в реальном мире, компьютерные снежинки с наибольшей вероятностью отращивали иглы. А классическая шестиконечная "древовидная" или перистая снежинка рождалась относительно редко (также, как в природных условиях). Вообще, в рисунках снежинок встречаются пластинки, пирамиды, столбики, иглы, стрелы, простые и сложные звездочки... Гравнер и Гриффин сумели также получить некоторые необычные новые формы снежинок, вроде "butterflake" (опять игра слов) - то есть похожие на трех склеенных между собой бабочек. В природе подобные формы не появляются из-за своей исключительной хрупкости и неустойчивости. Некоторой неожиданностью стал тот факт, что компьютерные снежинки сумели обрести и ярко выраженное третье измерение - появились структуры, растущие между двумя пластинами. Эту особенность среди реальных снежинок наблюдать достаточно сложно, однако при особо дотошных исследованиях с участием электронных микроскопов она также была уже отмечена.

Гравнер и Гриффин - это, конечно, не единственные ученые, интересующиеся в наше время снежинками. Кеннет Либбрехт ([Kenneth Libbrecht](#)) из Калифорнийского технологического института (California Institute of Technology, [Caltech](#), Пасадена) также [посвятил](#) свою работу описанию молекулярных процессов, способствующих формированию снежных кристаллов и приводящих к различиям в форме снежинок. Он научился выращивать реальные снежинки заданного типа.

Источники:

[Math Models Snowflakes](#) - UC Davis News & Information

[How to fake a snowflake](#) - eggheadblog.ucdavis.edu

[Modeling snow crystal growth III: three-dimensional snowflakes](#) - arXiv.org - math-ph

[Snowflakes, Snowfakes, and Boy Am I In Trouble Again](#) - DDJ's Portal Blog

Ссылки:

[Иоганн Кеплер. О шестиугольных снежинках](#)

[Гексагональная тирания](#)

[Белая магия](#)

[Что подарил Кеплер "любителю Ничего", или Почему снежинки шестиугольны?](#)

[О чем рассказала снежинка...](#)

[Что там падает с неба?](#)

[Холодное совершенство](#)

Максим Борисов

версия для печати

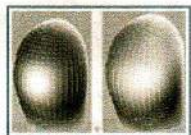
18.01.2008 18:00

комментарии: 41

[Добавить комментарий »](#)

Статьи по теме :

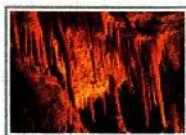
Математики научились создавать отпечатки пальцев



Отпечатки пальцев криминалисты уже давно привыкли использовать в интересах следствия, однако, как ни странно, ученым до сих пор был непонятен конкретный механизм формирования прихотливых папиллярных линий. Теперь американские математики смогли воспроизвести эти структуры с помощью компьютерных симуляций.

Максим Борисов
13.10.2004

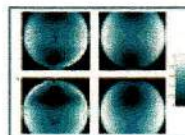
Математики нашли новую идеальную форму



Сталактиты растут за счет просачивания воды сквозь трещины, щели и поры в сводах пещеры. Их формы могут быть весьма прихотливыми, однако, как выясняется, в основе каждого такого образования лежит одна и та же уникальная математическая формула, определяющая его идеальную форму.

Максим Борисов
18.12.2004

"Отпечатки пальцев" в небе нашли свое объяснение



Группа физиков опубликовала статью, где дается объяснение известного с позапрошлого века феномена, который в буквальном смысле слова находится перед нашими глазами, но до сих пор не поддавался удовлетворительному объяснению. Речь идет о поляризации света в дневном небе и о тех фигурах, что можно наблюдать в поляризационных очках.

Максим Борисов

LAVPRISKALENDEREN: Den enkle veien til de billigste billettene

Fra Oslo (OSL)

Til - Velg destinasjon -

Aftenposten.no

tirsdag 5. februar

sist oppdatert: 22:32

[Abonnement](#) | [Kundeservice](#)

[Annonser](#) | [A-kortet](#)

[Forsiden](#) [Nyheter](#) [Sport](#) [Debatt](#) [Kultur](#) [Reise](#) [Forbruker](#) [Oslo](#) [Puls](#) [E24](#) [Vær](#) [Aftenposten fra A - Å](#) [Din Mat](#)

Søk i Aftenposten

sek

Søk i

A-guiden

powered by: **sosanti**



Snøkrystaller antar mange former - og alle er ulike. Nå har man klart å lage dem matematisk i datamodeller også. (Foto: DOUG LINDLEY, AP)

Slik skapes unike snøkrystaller

Snøfnuggets intrikate og vakre symmetri har en egen evne til å pirre nysgjerrigheten. Hvordan blir snøkrystallene til?

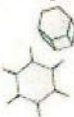
KRISTIN STRAUMSHEIM GRØNLIFørst publisert: 05.02.08 | Oppdatert: 05.02.08 kl. 15:18

Siste 100 artikler

[Del på Facebook](#) [Skriv ut](#) [Tips en venn](#) [Abonner på Aftenposten](#)

Snøkrystaller – skjør skjønnhet

- 1 Vanndamp kondenserer på støvpartikler og blir små ispartikler i skyene



- 2 Vanndamokylene danner et heksagonalt (seks symmetriske flater) gitter, en liten krystall

- 3 Krystallveksten avhenger av temperatur og fuktighet. Grøinene vokser ut fra de seks hjørnene

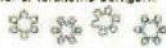


- 4 Krystallen beveger seg mot jorden gjennom skiftende temperaturer. Vekstfart og form endres

Snøkrystaller er ikke helt symmetriske, de bare ser slik ut



Noen små snøkrystaller kan være identiske. Mange mener at de større er forskjellige fra hverandre, men her er forskerne uenige...



Måling: Omdann centimeter med snø til centimeter med vann ved å dele på 10. Det krever litt mer snø for å danne en centimeter vann hvis snøen er løs enn hvis den er våt

Wilson Bentley, en bonde som ble kalt Snøfnuggmannen, skal være den første som fotograferte individuelle snøkrystaller (1885)

«Hvor? Krystall? Var? Et? Mirakel? Sin? Ufforming? Og? Formen? Bie? Aldri? Gentall?»



Klikk for større bilde

SNØKRYSTALLENE

Se de datasimulerte snøkrystallene her: psoup.math.wisc.edu/Snowfakes.htm

Lag din egen snøfnuggfossil

Er du først i gang med et mikroskop for å se på snøkrystallene, kan du også bevare dem ved hjelp av litt superlim.

Du trenger objektglass, dekkglass og superlim av den tyntflytende typen. Når du har kommet deg ut, må glassene kjøles ned så de har samme temperatur som luften.

Så kan du samle snøkrystaller på et stykke papp, og lete etter et vakkert eksemplar. Du plukker det opp med en malerpensel og legger det på ett av objektglassene.

Så slipper du en dråpe superlim på snøkrystallen, og legger dekkglasset over. Her må du være ganske forsiktig så krystallen ikke skades. Putt dette i fryseren i en uke eller to, til limet stivner.

Kilde: Tryggvi Emilsson/ Kenneth G. Libbrecht

Studér snøkrystallene selv

Hvorfor ikke ta frem forstørrelsesglasset for å studere snøfnuggene selv? Litt optikk kan hjelpe mye, og det holder med et billig forstørrelsesglass.

De vakreste snøfnuggene finnes ikke i alle snøbyger, men med litt tålmodighet vil ett av dem lande på armen din.

Litt mer avanserte snøfnuggkikkere vil kanskje prøve seg med et mikroskop. Du kan la snøflakene lande på et pappstykke, og når du ser en interessant krystall, kan du løfte den opp med en liten malerpensel og legge det på objektglasset.

Det lønner seg å lage en liten papirplattform å legge glasset på, så krystallen ikke smelter i varmen fra lyspæren i mikroskopet.

Dersom snøkrystallene er små, kan du la dem falle direkte på objektglasset.

Kilde: Kenneth G. Libbrecht

Forskning. no

Denne artikkelen er produsert i samarbeid med Nordens største nettsted om forskning. Les mye mer om snøkrystaller her: forskning.no

Annonse

Kommenter denne saken

Det er foreløpig ingen kommentarer til denne artikkelen.

0

SKRIV INNLEGG

Tittel

Kallenavn

Melding. max 500 tegn

Jeg har lest og godtar [reglene](#) for kommentar.

send inn

Artikkelen er åpen for kommentarer i en kort periode. Denne begrensningen gjelder ikke registrerte brukere.

Brukernavn

Logg inn

Passord

[Glemt passord?](#) | [Ny bruker](#)

Svetten renner, ryggen verker, og du lar snøskuffen pløye ned i det hvite og kalde som har lavet ned fra himmelen. Titter du nærmere på det du skuffer vekk, kan det hende at du glemmer hele jobben.

Datamodell.

Hvert enkelt snøfnugg bærer nemlig på en sammensatt fysikk som styrer iskrystallenes vekst og utvikling under forskjellige værforhold.

Nå har to amerikanske forskere laget en datamodell som leverer realistiske, tredimensjonale snøkrystaller, som de kaller "snowfakes".

- Det finnes ikke to snøfnugg som er helt like, men de kan være veldig like, sier Janko Gravner, professor i matematikk på University of California Davis.

Forskning. no

Denne artikkelen er produsert i samarbeid med Nordens største nettsted om forskning. Les mye mer om snøkrystaller her: forskning.no

Naturen raskest.

Sammen med David Griffeath på University of Wisconsin-Madison har han laget en datamodell som bruker 24 timer på å lage én krystall, mens det kan skje på 10 minutter der ute i luften.

Snøflak vokser fra vanndamp rundt en eller annen slags partikkel i luften, for eksempel et lite støvkorn.

Vannmolekylene i iskrystaller plasserer seg i et bestemt mønster, nemlig i sekskantede prizmer. En blyant er et eksempel på et veldig langt sekskantet prisme.

Dette er grunnen til at alle snøkrystaller har seks armer, og at vinkelen mellom to armer alltid er 60 grader.

Vandrende vannmolekyler.

Når den første lille vandråpen har krystallisert seg et sted, kanskje 20 kilometer oppe i luften, kan den vokse og bli større ved at vannmolekyler i luften rundt treffer overflaten og fester seg.

Men vannmolekylene fester seg ikke akkurat der de treffer overflaten på krystallen. De vandrer nemlig rundt til de finner en plass de liker. Kanter og kroker gir for eksempel flere bindinger til krystallen enn på en plan overflate. Slik blir det en orden i krystallens overflate, og det dannes en sekskant.

Symmetri

. Ved høy luftfuktighet dannes snøkrystaller med meget kompliserte armer. Ved lav luftfuktighet vokser krystallen så sakte at vannmolekylene også får tid til å feste seg midt på flatene. Dette gir prismelignende snøkrystaller uten armer.

De fleste snøkrystallene er imidlertid ikke helt symmetriske.

Snøfnuggsymmetrien kan likevel være forbløffende. Hvorfor blir armene så like? Tidlige teorier gikk ut på at de seks armene snakket med hverandre, men det har vitenskapen gått bort fra.

Snøkrystallene er små. Når et snøflak daler ned, kan det passere gjennom luftlag med forskjellig luftfuktighet og temperatur, men fordi det er lite, vil armene på krystallen hele tiden føle de samme forholdene, og vokse likt.

Søyler og nåler.

Det klassiske snøflaket er flatt og stjerneformet, men det finnes også mange snøkrystaller som er formet som lange søyler eller tynne nåler.

Dette henger sammen med at sidene på den sekskantede snøkrystallen har litt andre egenskaper enn toppen og bunnen. Vannmolekylene har forskjellig evne til å feste seg på de to flatene, og dette forandrer seg med temperaturen.

Unike.

Snøen som daler, passerer gjennom ulike luftlag, og det er denne ferden som gjør at hver og en av dem er forskjellige. Ingen av dem har vært gjennom den samme reisen fra de ble dannet til de lander på armen din.

Formen på snøkrystallen gjenspeiler alle miljøforandringene den har vært gjennom, og kan faktisk fortelle mye om forholdene oppe i atmosfæren.

Det finnes så mange forskjellige snøkrystaller at det er utarbeidet et eget klassifiseringssystem. I dag inneholder dette systemet 80 forskjellige klasser av snøkrystaller.

Gavner og Griffeath sammenlignet snøfnuggene de genererte i datamaskinen med en samling av 8000 fotografier av snøkrystaller tatt av fysikeren Ken Libbrecht på California Institute of Technology.

Datamodellen klarer å reprodusere alle de 80 klassene av snøkrystaller, og selve vekstprosessen i datamaskinen ligner snøflak som dyrkes i Libbrechts laboratorium .

Nyttig studie.

Krystallvekst er en milliardindustri, og her er mye av dynamikken felles med veksten av snøkrystaller. Mange metallegeringer krystalliserer på lignende måter, og forskerne tror simuleringsmetodene kan benyttes her.

- Faktisk er krystallene i sukkerpakken og bordsaltet ditt hjemme blitt optimalisert gjennom lignende forskning, sier Nilsen.

Innen nanoteknologien er mange opptatt av hvordan kjemiske og biologiske prosesser kan danne små strukturer av seg selv. IBM har for eksempel allerede benyttet denne typen teknologi til å lage raskere og mer effektive databrikker.

Litt paradoksalt er det kanskje at alle disse strukturene er unike i naturen, mens forskerne som jobber med å bruke dem i industrien, helst vil lage produkter som er helt like.

[Del på Facebook](#) [Skriv ut](#) [Tips en venn](#) [Abonner på Aftenposten](#)

Søk etter artikler, eller søk på nettet med 

søk

Lille snøfnugg

05. feb 2008 05:00

Av: Kristin Straumsheim Grønli, Journalist

Snøflakets intrikate og vakre symmetri har en egen evne til å pirre nysgjerrigheten. Hvordan blir snøkrystallene til? Fortsatt forstår vi dem ikke helt.

Klikk for å se fotografier av snøflak!



Handler om

Tema
Fysikk
Kjemi
Fag
Fysikk
Kjemi
Matematikk
Matematikk og naturvitenskap

næringsliv

i fokus

Spesialtema: Søvn, snork og gjesp

Usunt å sove lenge

Teknologiske søvnproblemer

Unge menn er mest søvnige

Sex i søvne

Primitiv av søvnmangel

Sov godt!

Lysere søvnutsikter

forskning.no
Sagveien 23b
Pb. 2070 Grünerløkka
0505 OSLO
tel 22 80 98 90
fax 22 80 98 99
Send e-post

Ansvarlig redaktør:
Nina Kristiansen
Tlf. 41 45 55 13
Fagredaktør:
Erik Tunstad
Annonsejef:
John Tvedt
Tlf. 97 18 20 40



Medlemmer i forskning.no:
Bioforsk
Det teologiske Menighetsfakultet
Finansmarkedsfondet
Fiskeriforskning
Forskningsetiske komiteer
Handelshøyskolen BI
Havforskningsinstituttet
Høgskolen i Bergen
Høgskolen i Bodø
Høgskolen i Lillehammer
Høgskolen i Nord-Trøndelag
Høgskolen i Oslo
Høgskolen i Tromsø
Høgskolen i Vestfold
Institutt for samfunnsforskning
KILDEN Informasjonssenter for kjennsforskning
Matforsk
Nasjonalt kunnskapssenter for helse
Norges forskningsråd
Norges geologiske undersøkelse
Norges Geotekniske Institutt
Norges Handelshøyskole
Norges Idrettshøgskole
Norges Tekniske Vitenskapsakademi, NTVA
Norges Veterinærhøgskole
NTNU

Svetten renner, ryggen verker, og du lar snøskuffa pløye ned i det hvite og kalde som har lavet ned fra himmelen. Titter du nærmere på det du skuffer vekk, kan det hende at du glemmer bort hele jobben.

Vi dekorerer vinteren med dem, som neonlys eller papirfigurer, fordi vi synes de er fine. Snøkrystallene har fascinert menneskene i uminnelige tider, og i flere hundre år har forskere forsøkt å forklare hvorfor de blir som de blir.

Datamodell

Hvert enkelt lite snøflak bærer nemlig på en sammensatt fysikk som styrer iskristallenes vekst og utvikling i forskjellige værforhold.

Nå har to amerikanske forskere laget en datamodell som leverer realistiske tredimensjonale snøkrystaller, som de kaller "snowfakes".



Et snøflak vokser frem - i en datamodell.

Snøflakmodellene har en lang historie. Bak dem ligger en undring over naturens mønster, og en søken etter enkle prinsipper som kan skape dem.

- Det finnes ikke to snøflak som er helt like, men de kan være veldig like, sier Janko Gravner, professor i matematikk ved University of California Davis.

Klikk for å se datagenererte snøflak!



Sammen med David Griffeath ved University of Wisconsin-Madison har han laget en datamodell som bruker 24 timer på å lage én krystall, mens det kan skje på 10 minutter der ute i lufta.

- Det de har gjort er utrolig vakkert, sier Ola Nilsen ved Kjemisk institutt ved Universitetet i Oslo. Han er opptatt av snøkrystaller, men på hobbybasis,

som han sier selv. Egentlig jobber han med tynne filmer, og hvordan bygge materialer opp atomlag for atomlag.

- Is som system viser nesten alle vekstmekanismer i ett og samme materiale. Dette gir en stor frihet og variasjon. Snøkrystallene er fantastisk forskjellige, sier han.

Nilsen påpeker at de amerikanske forskerne har brukt en kjent fremgangsmåte, men at detaljnivået er overlegent.

Tallet er seks

Snøflak vokser fra vanndamp rundt en eller annen slags partikkel i luften, for eksempel et lite støvkorn.

Vannmolekylene i iskrystaller plasserer seg i et bestemt mønster, nemlig i sekskantete prisme.

En blyant er et eksempel på et veldig langt sekskantet prisme.

Dette er grunnen til at alle snøkrystaller har seks armer, og at vinkelen mellom to armer alltid er 60 grader. Nilsen er derfor ikke spesielt imponert over formen på mange av snøkrystallene vi dekorere vinteren med.

- Disney bruker nesten bare åttetallige snøkrystaller. På Karl Johans gate i Oslo og Gardermoen flyplass finner du bare femarmede snøkrystaller. På Tveita har dekorasjonene fem armer på forsiden, og åtte armer på baksiden. Helt utrolig! sier han.

Vandrende vannmolekyler

Når den første lille vanndråpen har krystallisert seg et sted kanskje 20 kilometer oppe i lufta, kan den vokse og bli større ved at vannmolekyler i lufta rundt treffer overflaten og fester seg.

Vannmolekylene fester seg imidlertid ikke akkurat der de treffer overflaten på krystallen. De vandrer nemlig rundt til de finner en plass de liker. Kanter og kroker gir for eksempel flere bindinger til krystallen enn på en plan overflate. Slik blir det en orden i krystallens overflate, og det dannes en sekskant.

Men hvordan oppstår stjerneformen? En krystall som vokser, bruker opp vannmolekylene i de nærmeste omgivelsene. Hjørnene på krystallen stikker alltid lengst ut og får da bedre tilgang på vannmolekyler enn resten av krystallen. Hjørnene vokser derfor raskere, og danner etter hvert krystallens armer.

Armene har også hjørner, som i sin tur vil vokse raskere enn flatene, og dermed dannes forgreninger på krystallarmene når forholdene ligger til rette for det.

Symmetri

Ved høy luftfuktighet dannes snøkrystaller med meget kompliserte armer. Ved lav luftfuktighet vokser krystallen så sakte, at vannmolekylene også får tid til å feste seg midt på flatene. Dette gir prismelignende snøkrystaller uten armer.

Når vi lager dekorasjoner med snøkrystallform, er de som regel symmetriske. De fleste snøkrystallene er imidlertid ikke helt symmetriske.

- Det er de symmetriske krystallene vi samler på, fordi det er de vi synes er pene, sier Nilsen.

Snøflaksymmetrien kan likevel være forbløffende. Hvorfor blir armene så like? Tidlige teorier gikk ut på at de seks armene snakket med hverandre, men dette har vitenskapen gått bort fra.

Snøkrystallene er små. Når et snøflak daler ned, kan det passere gjennom luftlag med forskjellig luftfuktighet og temperatur, men fordi det er lite, vil armene på krystallen hele tiden føle de samme forholdene, og vokse likt.

Studer snøkrystallene selv

Hvorfor ikke ta frem forstørrelsesglasset for å studere snøflakene selv? Litt optikk kan hjelpe mye, og det holder med et billig forstørrelsesglass.

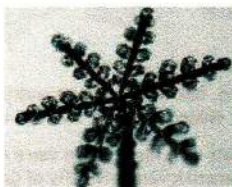
De vakreste snøflakene finnes ikke i alle snøbyger, men med litt tålmodighet vil ett av dem lande på armen din.

Litt mer avanserte snøflakkikkere vil kanskje prøve seg med et mikroskop. Du kan la snøflakene lande på et papirstykke, og når du ser en interessant krystall, kan du løfte den opp med en liten malepensel og legge det på objektglasset.

Det lønner seg å lage en liten papirplattform å legge glasset på, så krystallen ikke smelter i varmen fra lyspæra i mikroskopet.

Dersom snøkrystallene er små, kan du la dem falle direkte på objektglasset.

Kilde: Kenneth G. Libbrecht



Denne snøkrystallen er dyrket frem i laboratoriet til Kenneth G. Libbrecht ved Caltech.

Se snøflaket vokse

Ved å følge **denne lenken** kan du selv se snøflaket over vokse frem i laboratoriet.

Kilde: Kenneth G. Libbrecht

Det klassiske snøflaket er flatt og stjerneformet, men det finnes også mange snøkrystaller som er formet som lange søyler eller tynne nåler.

The graph illustrates the relationship between super-saturation and temperature for ice crystal growth. The y-axis represents Super-saturation (g/m^3) from 0 to 0.3. The x-axis represents Temperature from 32°F to -35°F. A curve shows the growth rate, with a peak around -15°F. Various ice crystal morphologies are labeled: Plates, Columns, Needles, Dendrites, Sectoral plates, Hollow columns, Thin plates, Solid plates, Solid prisms, and Water saturation. The graph is divided into regions: Plates, Columns, Plates, and Columns and Plates.

[illegible]

Det finnes så mange forskjellige snøkrystaller, at det er utarbeidet et eget

klassifiseringssystem. I dag inneholder dette systemet 80 forskjellige snøkrystallklasser.

Forenkling

I en enkelt snøkrystall kan det være opp til en milliard milliarder vannmolekyler. Det er mer enn hva modellene kan klare i dag.

- Det er for mange til at vi kan spore hvert av dem, så vi har gjort en tilnærming og delt rommet opp i mikroskopiske klumper på noen få mikrometer, sier Gravner.

- For en matematiker er snøflakene en veldig interessant utfordring, siden de ikke kan modelleres ved å følge hvert enkelt vannmolekyl, og den tradisjonelle tilnærmingen innen fysikken har feilet, sier han.

Gavner og Griffeth sammenlignet snøflakene de genererte i datamaskinen med en samling av 8 000 fotografier av snøkrystaller tatt av fysikeren Ken Libbrecht ved California Institute of Technology.

Datamodellen klarer å reprodusere alle de 80 forskjellige klassene av snøkrystaller, og selve vekstprosessen i datamaskinen ligner snøflak som dyrkes i Libbrechts laboratorium.

Likevel skjønner ikke forskerne seg helt på sammenhengen mellom værforholdene ute i virkeligheten, og parameterne de har lagt inn i sin egen datamodell.

- Dette overrasker meg ikke. Verden utenfor modellen inneholder også forurensninger som kan bidra stort til vekstmekanismene, sier Nilsen.

Skjønnheten og nytten

Selv om det er lett å forstå hvordan snøkrystallenes vesen i seg selv kan sette i gang utforskingstrangen hos en forsker, kan det også komme noe nyttig ut av denne forskningen.

Krystallvekst er en milliardindustri, og her er mye av dynamikken felles med veksten av snøkrystaller. Mange metall-legeringer krystalliserer på lignende måter, og forskerne tror simuleringsmetodene kan benyttes her.

- Faktisk har krystallene i sukkerpakke og bordsaltet ditt hjemme blitt optimalisert gjennom lignende forskning, sier Nilsen.

Innen nanoteknologien er det mange som er opptatt av hvordan kjemiske og biologiske prosesser kan danne små strukturer av seg selv. IBM har for eksempel allerede benyttet denne typen teknologi til å lage raskere og mer effektive databrikker.

Litt paradoksalt er det kanskje at alle disse strukturene er unike i naturen, mens forskerne som jobber med å bruke dem i industrien, helst vil lage produkter som er helt like.

Lag en snøflakfossil

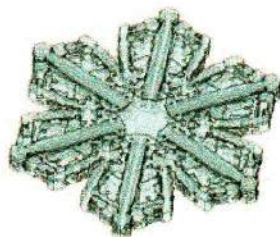
Er du først i gang med et mikroskop for å se på snøkrystallene, kan du også bevare dem ved hjelp av litt superlim.

Du trenger objektglass, dekkglass og superlim av den tyntflytende typen. Når du har kommet deg ut, må glassene kjøles ned så de har samme temperatur som luften.

Så kan du samle snøkrystaller på et stykke papp, og lete etter et vakkert eksemplar. Du plukker det opp med en malerpensel og legger det på ett av objektglassene.

Så slipper du en dråpe superlim på snøkrystallen, og legger dekkglasset over. Her må du være ganske forsiktig så krystallen ikke skades. Putt dette i fryseren i en uke eller to, til limet stivner.

Kilde: Tryggvi Emilsson/Kenneth G. Libbrecht



Det samme datagenererte snøflaket, i to forskjellige fremstillinger. (Foto: Janko Gravner og David Griffeth)

Til tross for nytteverdien, er det nok først og fremst forskerens fascinasjon som driver denne typen grunnforskning.

- Snøflakene er selvfølgelig fascinerende objekter, siden en stor variasjon i form resulterer fra relativt enkle underliggende prinsipper. Slike forbindelser har alltid opptatt matematikere, sier Gavner.

- Jeg er interessert i snøkrystaller mest fordi de er pene. Jeg har den samme fascinasjonen for livløse materialer som gror, som andre har for blomster

som gror, sier Nilsen.

Referanse:

Janko Gravner og David Griffeath; Modeling snow crystal growth III: three-dimensional snowflakes; foreløpig versjon, november 2007.

Lenker:

Gravner & Griffeath; Gravner-Griffeath Snowflakes
University of California Davis: Math Models Snowflakes
Ola Nilsen: [Snøkrystaller](#)
Kenneth G. Libbrecht: [SnowCrystals.com](#)
NASA: [Global Snowflake Network](#)

 skriv ut denne artikkelen  tips en venn

relaterte artikler

Langsiktig forskning bak oljeekspertise (21.01.2008)
To pluss to er ikke fire (17.01.2008)
Matterekord i Bergen (15.01.2008)
Tusen milliarder ganger røntgen (11.01.2008)
Molekylet som styrer blodtrykket (07.01.2008)
Hett solstoff i Stardust-kometen (05.01.2008)
Kjensler og kjernekraft (04.01.2008)
Til helvete i andre vers (02.01.2008)
Verdens lengste skalpell (02.01.2008)
Høydepunkter i 2007 (30.12.2007)
Ny bruk for blodet (28.12.2007)
Legger sammen to og to (20.12.2007)
3D-bilder gjennom ormehull (03.12.2007)
Møte med ATLAS (22.11.2007)
Stø kollisjonskurs på CERN (22.11.2007)
Ringene er sluttet (07.11.2007)
Ny chili-rekord (30.10.2007)
Gravimeter - teknologenes petimeter (28.10.2007)
To sider av samme måne (20.10.2007)