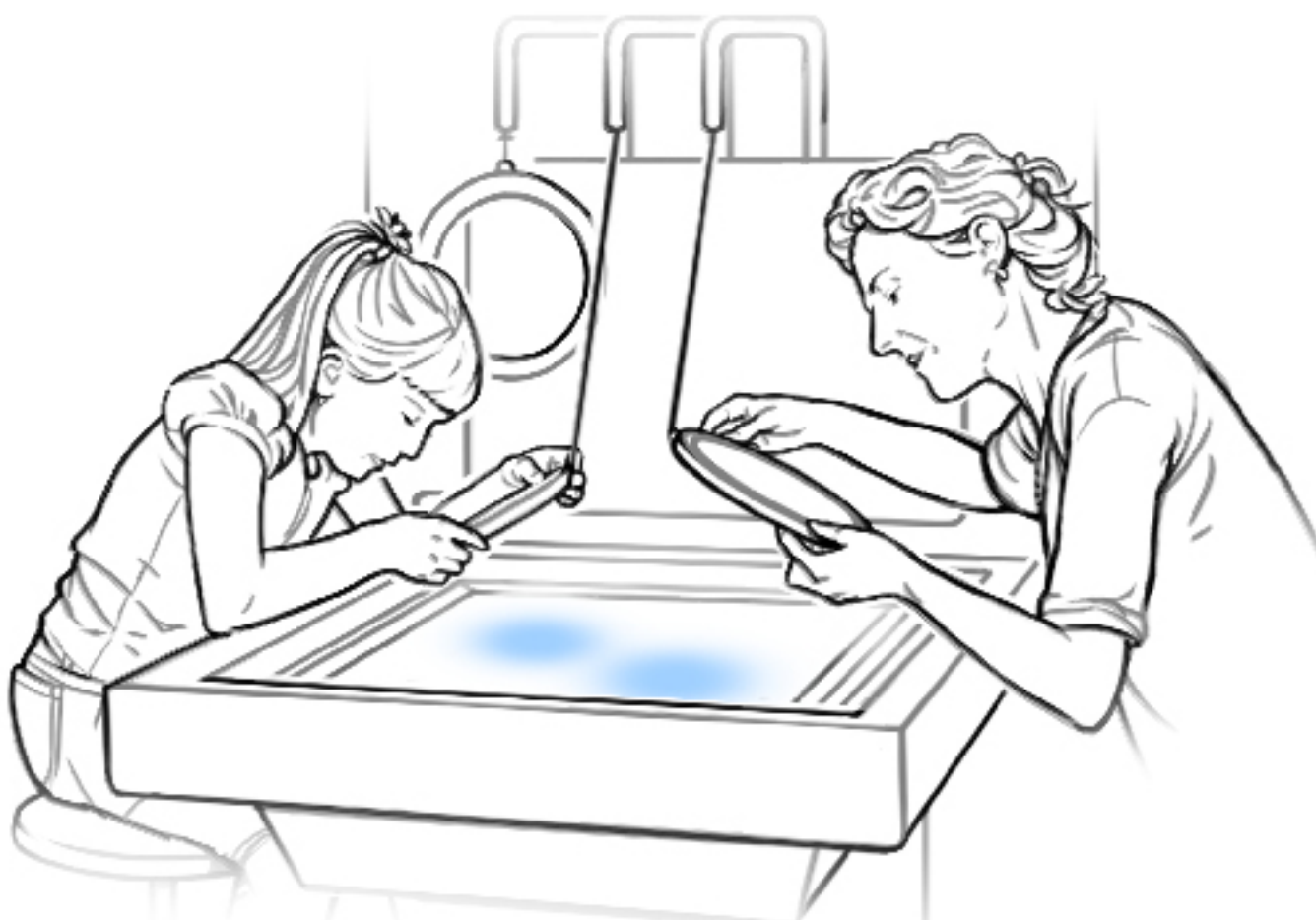


Eisblumen

Watch Water Freeze



**Erleben und beobachten Sie,
wie Eisblumen, Kristalle,
langsam wachsen.**



Was tun und beachten:

- **Nehmen Sie sich Zeit!
Blumen brauchen Zeit,
um zu wachsen!**
- *Schauen Sie sich die Eiskristalle
durch einen der Polarisations-
filter an.*
- *Drehen Sie den Polarisations-
filter, während Sie hindurch-
schauen.*
- *Mit der kleinen Wasserbrause
können Sie die Eisschicht (ganz
oder auch nur einen kleineren
Teil) wieder abschmelzen und so
neue Kristalle wachsen lassen.*

Wer mehr wissen möchte:

lesen Sie den Zusatztext

Eisblumen



Watch Water Freeze

**Erleben und beobachten Sie,
wie Eisblumen, Kristalle,
langsam wachsen.**



Was tun und beachten:

- **Nehmen Sie sich Zeit!
Blumen brauchen Zeit,
um zu wachsen!**
- *Schauen Sie sich die Eiskristalle
durch einen der Polarisations-
filter an.*
- *Drehen Sie den Polarisations-
filter, während Sie hindurch-
schauen.*
- *Mit der kleinen Wasserbrause
können Sie die Eisschicht (ganz
oder auch nur einen kleineren
Teil) wieder abschmelzen und so
neue Kristalle wachsen lassen.*

Wer mehr wissen möchte:



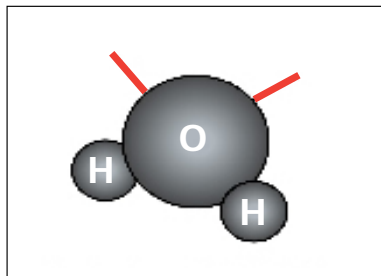
Eisblumen

Watch Water Freeze



Wer mehr wissen möchte

In diesem Experiment wird lauwarmes Wasser auf eine Glasscheibe gesprüht, die von unten durch eine Kühlflüssigkeit auf ca. -10°C gekühlt ist. In kurzer Zeit sinkt die Temperatur des Wassers unter die 0-Grad-Grenze.



Modell eines H_2O -Moleküls: Die H-Atome liegen asymmetrisch. Das O-Atom hat noch 2 Bindekräfte frei.

Die kleinsten Teilchen des Wassers, die Wasser-Moleküle, bilden eine recht stabile Struktur aus einem Sauerstoff- und zwei Wasserstoff-Atomen. Sie bricht erst nach Verdampfen und weiterer Erhitzung des Dampfes auf einige tausend Grad auseinander.

Schon im flüssigen Zustand - als Wasser - koppeln sich benachbarte Moleküle gerne durch „Wasserstoff-Brücken“

Das Erstarren zu Eis, die Kristallisation, setzt bevorzugt dort ein, wo schon Kristallkeime vorhanden sind. Beim Kristallisieren wird etwas Energie frei, die „Kristallisationswärme“. Sie muss durch das Kühlmedium abgeführt werden, was den Vorgang verlangsamt. Ein langsames Kristallisieren ist wünschenswert, denn so können sich schönere und regelmässiger Formen ausbilden. Auffällig ist, wie die sechszählige („hexagonale“) Form vorherrscht. Dies liegt am Aufbau der Wassermoleküle. Sie schliessen sich bevorzugt zu Sechsecken zusammen, in deren Ecken je ein Sauerstoffatom sitzt.

aneinander und bilden wechselnde, teilweise geordnete Verbände, was sich z.B. am merkwürdigen Verhalten des Flüssigkeitsvolumens in Abhängigkeit von der Temperatur zeigt. (Wasser hat seine grösste Dichte bei 4°C). Im festen Zustand, als Eis, benimmt sich H_2O noch seltsamer. Erstens dehnt es sich beim Gefrieren um etwa 10% aus, was im Winter sogar Gestein zum Bersten bringt. Zweitens zeigen sich je nach Art und Weise des Gefrierens verschiedene Strukturen des Eises:

- Beim Rauheis geht dampfförmiges Wasser direkt in die kristalline, feste Form über (durch „Resublimation“).
- Hagelkörner entstehen aus gefrierenden Regentropfen.
- Schneekristalle bilden sich in kalten Luftschichten (um -10°C) aus unterkühlten Wassertröpfchen und bei ausreichendem Wasserdampfgehalt.

Wasser muss ja durchaus nicht bei 0 Grad gefrieren. Auch unter normalen Druckverhältnissen lässt es sich bis -20°C „unterkühlen“ und es gefriert erst, wenn ein „Kristallisationskeim“ den Vorgang auslöst. Neuere Forschungen zeigen, dass bei Drücken, die mehrere Tausend mal grösser sind als unser normaler Luftdruck, rund ein Dutzend verschiedene Kristallisationsformen des Eises auftreten, indem sich die Wassermoleküle je nach Temperatur und Druck anders gruppieren.

Wir sollten auch nie vergessen, dass es ohne den seltsamen Stoff Wasser kein Leben geben kann.

Was tun und beachten:



Ice Paintings



Watch Water Freeze

See how ice crystals slowly grow, like flowers!



To do and notice:

- **Take your time - ice flowers grow only slowly!**
- *Look at the ice crystals through one of the polarizing filters.*
- *Rotate the filter whilst you look through it.*
- *You can use the small water spray to melt the layer of ice (completely or just in part) so you can then see new crystals growing.*

Want to know more?



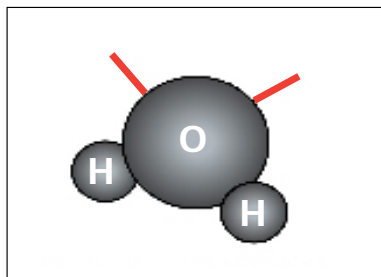
Ice Paintings



Watch Water Freeze

Want to know more?

In this exhibit, lukewarm water is sprayed onto a glass plate which is kept at about -10 deg C on the other side by a coolant fluid. It doesn't take long for the water to be cooled to 0 deg C, its freezing point.



Model of a water molecule: The H-atomes sit asymetri-cally. The O-atom has two sites available for hydrogen-bonds (shown in red).

bound, stable structure of one oxygen atom and two hydrogen atoms, and water would have to be boiled and heated to a few thousand degrees Centigrade to break the molecules apart!

Water molecules can couple together by means of so-called "hydrogen bonds", by which hydrogen atoms in one molecule

Ice crystals will begin to grow preferentially wherever there are "seed-crystals" already present. As the water goes from liquid to solid, energy is liberated (latent heat) which is conducted through the glass to the coolant. Glass is a poor conductor of heat, so the crystallization only proceeds slowly. The slower the crystals grow, the more likely they are to be large and with a beautiful regular shape. You will notice that six-sided (hexagonal) crystals predominate. This is due to the shape of individual water molecules, and the way they link together easily in six-sided patterns with an oxygen atom at each corner (see diagram).

The smallest "particle" of water, the molecule, consists of a tightly-

are attracted to electrons in the oxygen atom of a neighbouring molecule. This produces a constantly changing, partly organized structure even in liquid water, which has a noticeable effect on the way that the density of water varies with its temperature (water has its greatest density at 4 deg C). As it freezes, H₂O behaves even more strangely. Firstly, it expands by about 10%, with such force that wet stone can be split or shattered in winter! Secondly, depending on the circumstances of freezing, various ice structures can occur:

- Hoar frost, when water vapour converts directly into the solid, crystalline form.
- Hailstones build layers of ice from super-cooled raindrops as they travel up and down through thunderclouds.
- Snowflakes grow in cold air (around -10 deg C) from water vapour in the air on to tiny ice crystals or super-cooled water droplets.

Water doesn't necessarily freeze at 0 deg C. Even at normal pressure, water can be "super-cooled" down to -20 deg C, and will only freeze if there is a "crystallization-centre" (tiny ice crystal, dust particle, etc) to set off the process. Modern research using pressures a few thousand times greater than normal atmospheric pressure has shown that there are about a dozen different crystalline forms of ice which can be produced, as water molecules group themselves differently according to the surrounding temperature and pressure.

We should never forget that without this strange stuff, water, there would be no life as we know it on earth!

To do and notice:



Fleurs de glace



Watch Water Freeze

Observez comment les cristaux des fleurs de glace poussent progressivement.



A vous de jouer:

- **Prenez votre temps! Les fleurs ont besoin d'un certain temps pour pousser!**
- *Regardez les cristaux de glace à travers le filtre polarisant.*
- *Pendant que vous regardez à travers le filtre polarisant, tournez-le.*
- *A l'aide du petit arrosoir vous pouvez faire fondre la couche de glace (entièrement ou en partie). Ainsi vous pouvez faire pousser de nouveaux cristaux de glace.*

Pour en savoir plus:



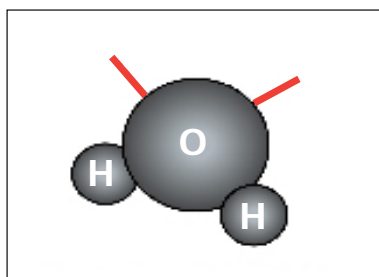
Fleurs de glace



Watch Water Freeze

Pour en savoir plus

Dans cette expérience on pulvérise de l'eau à température ambiante sur une plaque de verre. Le verre est refroidi par en dessous grâce à un liquide froid à -10°C .



Modèle d'une molécule H_2O . Les deux atomes d'hydrogène (H) sont asymétriques. L'atome d'oxygène (O) possède encore deux liaisons libres.

Les particules les plus petites de l'eau, les molécules d'eau forment une structure relativement stable à partir d'un atome d'oxygène et deux atomes d'hydrogène. Elle est détruite seulement après évaporation suivie par le chauffage de la vapeur à plusieurs milliers de degrés Celsius.

Très rapidement la température de l'eau chute en dessous de zéro degré. La solidification de la glace, la cristallisation, commence de préférence là où il y a déjà des germes de cristaux. Pendant la cristallisation de l'énergie est libérée, la «chaleur de cristallisation». Elle doit être évacuée à travers le milieu refroidissant ce qui ralentit le processus. Il est souhaitable d'obtenir une cristallisation lente parce que cela permet d'observer des formes plus belles et régulières. On remarque que la forme hexagonale prévaut. Cela s'explique connaissant la structure moléculaire de l'eau. Elles forment de préférence des hexagones dont un coin est occupé par un atome d'oxygène.

Quand l'eau est à l'état liquide il y a déjà des liaisons qui s'établissent, ce qui se traduit par exemple par le comportement étrange du volume du liquide en fonction de la température (l'eau présente une densité maximale à 4°C). Mais l'eau (H_2O) à l'état solide, en tant que glaçon, se comporte plus bizarrement. Premièrement il se dilate de 10% en gelant ce qui peut faire même casser de la roche en hiver. Deuxièmement on observe différentes structures de glace selon la manière dont l'eau gèle:

- Le givre est dû à la vapeur d'eau qui se condense directement en sa forme solide et cristalline (la «résublimation»).
- La grêle est composée par des gouttes d'eau de pluie qui gèlent.
- Les cristaux de neige se forment dans les couches d'air froides (autour de 10°C) à partir de gouttelettes d'eau froides en présence de suffisamment de vapeur d'eau.

L'eau ne gèle pas forcément à 0 degré. Même sous pression atmosphérique elle peut refroidir jusqu'à -20°C et commence seulement à geler à condition qu'un «germe de cristallisation» déclenche le processus. Des recherches récentes montrent qu'une douzaine de formes de cristaux différents peuvent apparaître sous des pressions qui sont des milliers de fois supérieures à la pression atmosphérique. La raison est que les molécules d'eau se regroupent différemment selon la température et la pression.

Nous ne devons pas oublier non plus qu'il n'y aurait pas de vie sur terre sans cette substance bizarre: l'eau.

A vous de jouer:



Fiori di ghiaccio



Watch Water Freeze

Osservate come si formano lentamente le fioriture e i cristalli di ghiaccio.



Che cosa fare:

- **Dedicate un po' di tempo a questo esperimento: i fiori crescono lentamente!**
- *Guardate i cristalli di ghiaccio attraverso uno dei filtri polarizzatori.*
- *Ruotate il filtro polarizzatore mentre osservate i cristalli.*
- *Con il piccolo getto d'acqua potete sciogliere del tutto o in parte i cristalli e fare ricominciare il processo di congelamento.*

Vuole saperne di più?



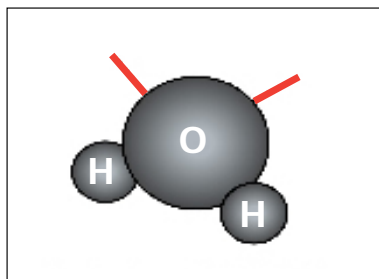
Fiori di ghiaccio



Watch Water Freeze

Vuole saperne di più?

In questo esperimento dell'acqua tiepida viene spruzzata su una lastra di vetro che ha una temperatura di circa -10°C ed è raffreddata dal basso da un liquido freddo.



Modello di una molecola di H_2O : Gli atomi H sono disposti in posizione simmetrica. L'atomo O dispone ancora di due legami liberi.

Le unità minime di acqua, cioè le molecole, presentano una struttura molto stabile, costituita da un atomo di ossigeno e due di idrogeno. Questa molecola può scindersi solo dopo il passaggio allo stato gassoso e in seguito a riscaldamento del vapore a temperature di alcune migliaia di gradi.

Già allo stato liquido, cioè in forma di acqua, le molecole vicine si agganciano facilmente con i cosiddetti „legami idrogeno“ e per questo motivo presentano caratteristiche particolari che

L'irrigidimento che trasforma l'acqua in ghiaccio, ovvero la cristallizzazione, inizia di preferenza là dove ci sono dei nuclei di cristallizzazione. Nel corso della cristallizzazione si sprigiona un po' di energia, il „calore di cristallizzazione“, che deve essere asportato dalla sostanza refrigerante; questo rallenta il processo. Se la cristallizzazione avviene lentamente, possono formarsi forme più belle e regolari. Un fenomeno sorprendente è la predominanza di forme a geometria esagonale. Questo dipende dalla struttura della molecola d'acqua: le molecole si dispongono di preferenza in esagoni nei quali ogni vertice è occupato da un atomo di ossigeno.

spiegano p. es. come mai il volume del liquido possa variare a seconda della temperatura (l'acqua ha la densità massima a 4°C). Quando l' H_2O si trova allo stato solido, si comporta in modo ancora più insolito. Anzitutto quando gela si dilata di circa il 10%: questo d'inverno può provocare addirittura la rottura della pietra al cui interno congeli dell'acqua. In secondo luogo, a seconda del modo in cui avviene il congelamento, si possono produrre diverse strutture del ghiaccio:

- Nella galaverna, il vapore acqueo passa direttamente alla forma cristallina solida (per „risublimazione“).
- I chicchi di grandine si formano a partire da gocce d'acqua che gelano.
- I cristalli di neve si formano negli strati freddi dell'atmosfera (intorno a -10°C) da goccioline d'acqua sopraffuse in presenza di umidità atmosferica sufficiente.

Non è affatto necessario che l'acqua geli a 0°C . Anche in normali condizioni di pressione, è possibile „sopraffondere“ l'acqua e fare in modo che essa congeli solo quando un „nucleo di cristallizzazione“ dà inizio al processo. Recenti studi dimostrano che in presenza di condizioni di pressione superiori molte migliaia di volte a quelle della normale atmosfera, possono presentarsi circa una dozzina di diverse forme di cristallizzazione, perché le molecole d'acqua si raggruppano in maniera diversa a seconda della temperatura e della pressione.

Non dovremmo mai dimenticare che se non esistesse questo straordinario composto che è l'acqua, non vi sarebbe alcuna forma di vita.

Che cosa fare:

