



L'eau liquide à -20 °C? – la surfusion

Diego BEGHIN, Diego BARDIAUX

DÉPARTEMENT DE PHYSIQUE

De l'eau liquide à -20 °C?

Que se passe-t-il lorsqu'on met une bouteille d'eau dans un congélateur?

Expérience simple : placez une bouteille d'eau qui n'a jamais été ouverte dans un congélateur. Après 7,8 heures, on s'attendrait à retrouver l'eau congelée. Pourtant, une fois sur cinq environ, l'eau reste liquide ! Elle est en surfusion : dès qu'on la secoue un peu, elle congèle. Cette expérience marche encore mieux avec une boisson gazeuse, comme de la Corona ou du Coca.

Avec mille précautions, on peut garder l'eau liquide jusqu'à -40°C. Cependant, cet état n'est pas stable, il suffit d'une légère perturbation (introduire un morceau de glace, secouer le liquide) pour solidifier l'eau surfondue.

Lorsqu'un liquide est refroidi à sa température de congélation, sa solidification est possible, mais ne se produit pas nécessairement à cette température. La congélation commence autour de noyaux de congélation, et il faut que ceux-ci atteignent une taille critique pour que le liquide entier se solidifie. S'ils sont trop petits, ils finissent par fondre.

La solidification peut ainsi être évitée si le liquide est refroidi de manière uniforme.



Edutube.org

Bouteille de Corona en surfusion



Physiqueroussel.blogspot.be



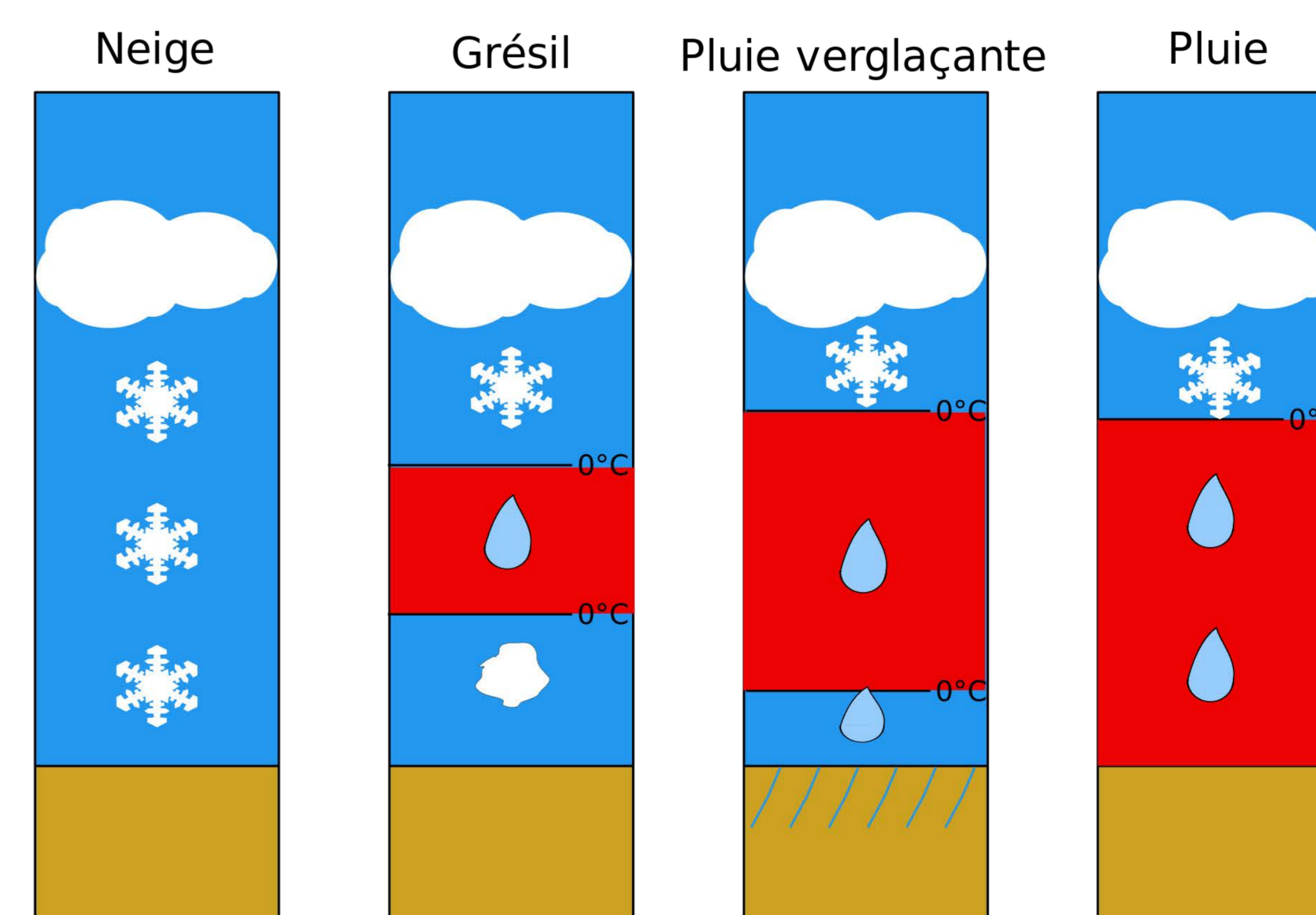
Monsieur.bareilles.free.fr

La pluie verglaçante

Un exemple de surfusion

En hiver, si les bonnes conditions sont réunies, il peut pleuvoir de l'eau en surfusion (c'est-à-dire de la pluie verglaçante)! Liquide tant qu'elle tombe du ciel, mais qui devient du verglas terriblement glissant dès qu'elle touche le sol. Ce phénomène a lieu lorsqu'il y a un « blocage d'air froid » - de l'air en-dessous de zéro est piégé sous une couche d'air plus chaud. Lors d'une pluie verglaçante, les précipitations tombent des nuages sous forme de neige, qui fond dans la couche d'air plus chaud, et reste liquide tout en passant dans la zone en-dessous de zéro.

La pluie verglaçante peut donner des images très jolies (cf ci-dessus) mais reste un phénomène extrêmement agaçant, voire dangereux. Les ailes d'un avion atterrissant sous ces conditions sont très vite recouvertes de glace, ce qui met en danger la poursuite du vol.



Miguel Tremblay, via Wikimedia Commons



L'eau liquide à -20 °C? – la surfusion

Diego BEGHIN, Diego BARDIAUX

DÉPARTEMENT DE PHYSIQUE

L'expérience

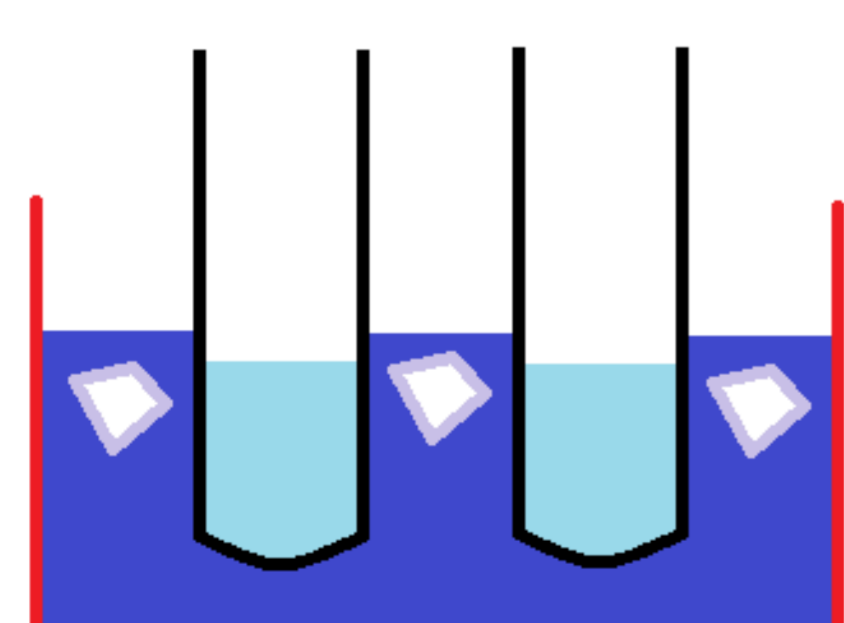
Comment l'eau emmagasine-t-elle la chaleur?

Imaginez une plage méditerranéenne un après-midi d'été. Le sable est brûlant, impossible d'y marcher pieds nus, mais l'eau reste extrêmement fraîche. Pourtant l'eau et le sable ont été exposés à la même quantité de soleil. Ceci illustre le fait que des matériaux différents emmagasinent la chaleur de façons différentes. Avec la même quantité d'énergie, la température de l'eau augmente beaucoup moins que celle du sable.

On appelle chaleur spécifique de l'eau l'énergie nécessaire pour monter la température de 1 kg d'eau de 1°C. Sa valeur est d'environ 4200 J/(kg °C). Nous cherchons à retrouver cette valeur par l'expérience.

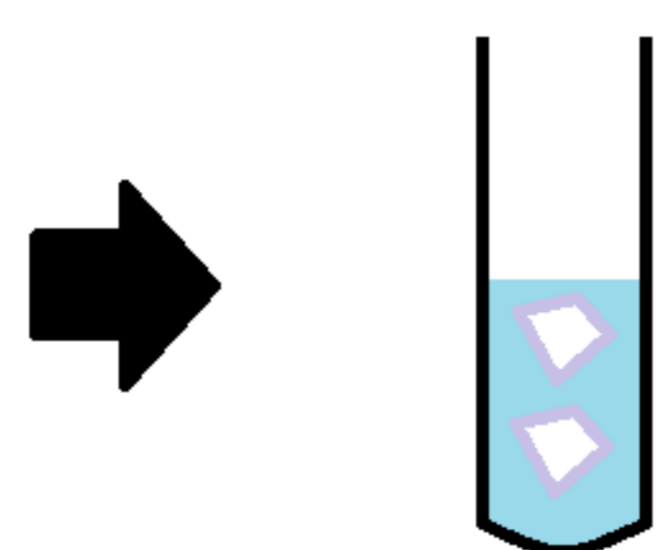
Résumé de l'expérience

1. Faire un bain d'eau glacée (eau, glace et sel)
2. Y plonger les tubes avec un volume connu d'eau distillée
3. Attendre le refroidissement de l'eau dans les tubes
4. Sortir les tubes, forcer la congélation et mesurer le volume non-congelé
5. En déduire la chaleur spécifique



Plonger les tubes avec l'eau distillée dans un bain d'eau glacé

Forcer la congélation



et mesurer le volume d'eau non-congelée

Équations utilisées :

$$\Delta E = m_{cong}l$$

$$\Delta E = m_{cong}c_{glace}\Delta T + m_{liq}c_{liq}\Delta T$$

On peut en déduire :

$$c_{liq} = \frac{m_{cong}}{m_{liq}} \left(\frac{l}{\Delta T} - c_{glace} \right)$$

ΔE : différence d'énergie avant/après congélation
 c_{liq} : chaleur spécifique de l'eau liquide (ce qu'on cherche)

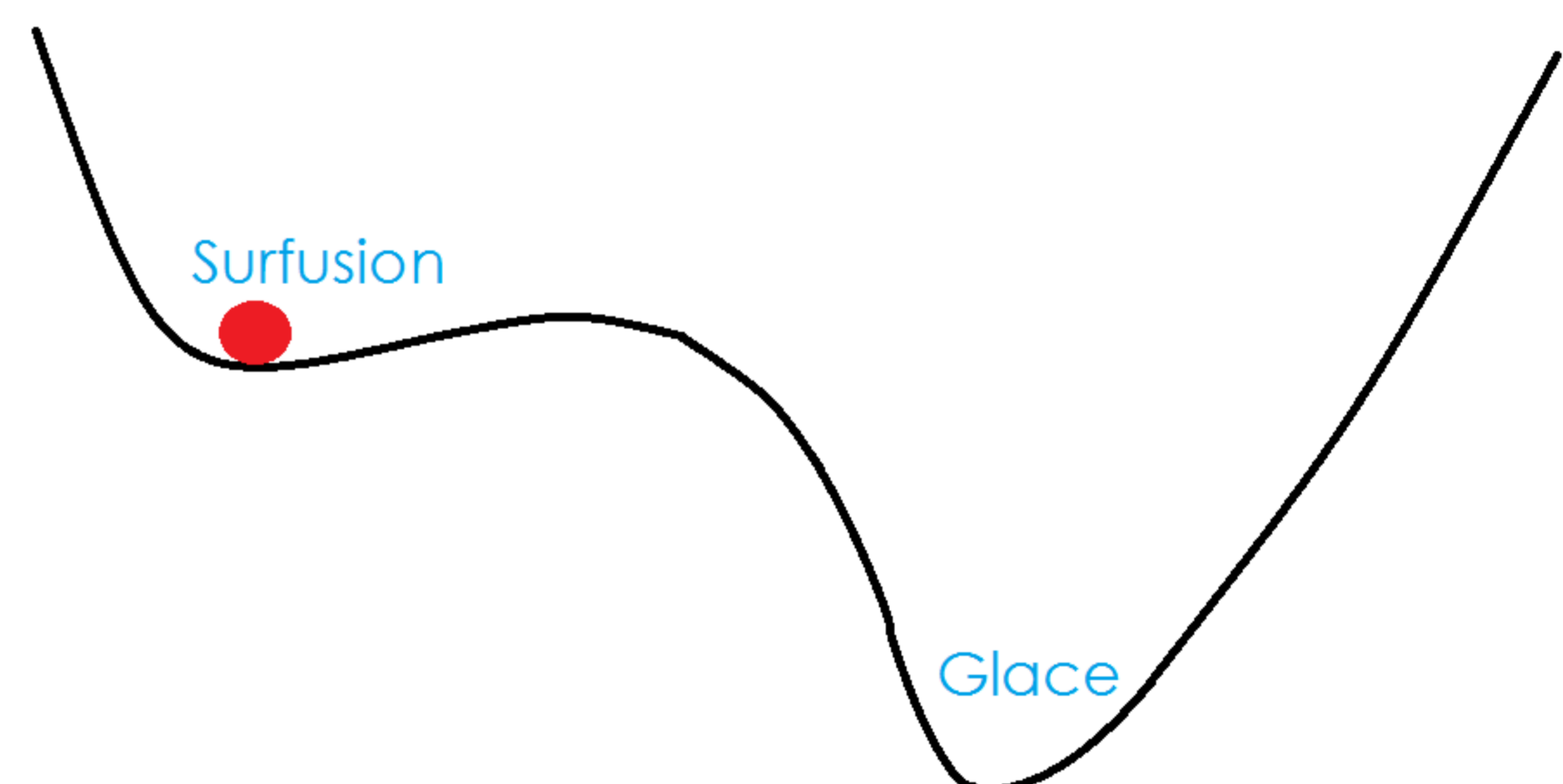
c_{glace} : chaleur spécifique de la glace

l : chaleur latente de fusion de l'eau

m_{cong} : masse qui congèle

m_{liq} : masse qui reste liquide

ΔT : différence de température avant/après congélation.



En dessous de 0°C, la glace est plus stable que l'eau liquide, mais celle-ci a quand même besoin d'un petit coup de pouce pour congeler



Scienceforums.net

De l'eau surfondue congèle brusquement lorsqu'on la verse dans un récipient froid.