

# Chladicí směs



## Pomůcky

Teplotní čidlo Vernier TMP-BTA, nádobka na drcený led, kostky ledu, hadr či ručník, kladivo nebo palička na maso, kuchyňská sůl.

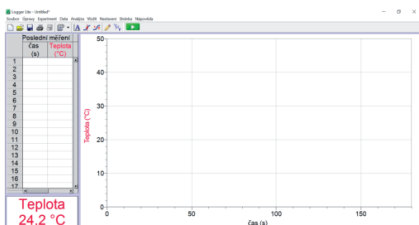
## Teorie

Led taje při teplotě  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Směs ledu a soli má teplotu tání podstatně nižší (může to být až  $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Po smíchání drceného ledu se solí začne led rychle tát, neboť směs má v tu chvíli výrazně vyšší teplotu (okolo  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), než je její teplota tuhnutí. Na roztátí ledu (rozbítí jeho krystalové struktury) je ovšem potřeba energie (teplo), která se vezme na úkor celkové teploty vzniklé slané vody.

Zasolením tedy proměníme drcený led o teplotě přibližně  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  na slanou vodu, jejíž teplota typicky klesá k  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  až  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## Příprava měření

1. Pomocí USB kabelu připojte rozhraní LabQuest Mini k počítači.
2. Do rozhraní LabQuest Mini zapojte teplotní čidlo TMP-BTA.
3. Na počítači spusťte program Logger Lite.
4. Pomocí myši roztáhněte číselný údaj (na displeji vlevo dole) na celou obrazovku tak, jak ukazuje obrázek níže.



## Provedení experimentu

1. Připravte si několik kostek ledu.
2. Zabalte kostky do hadru či ručníku a kladivem nebo paličkou je rozbijte na drobnou ledovou tříšť.
3. Nadrcený led nasypete do kádinky a vložte do ní teplotní čidlo. Pravděpodobně bude nyní ukazovat teplotu blízkou  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , protože drobné kusy ledu začínají na svém povrchu tát.
4. Za stálého míchání teplotním čidlem přisypávejte do kádinky kuchyňskou sůl a sledujte vývoj teploty. Cílová teplota se pohybuje mezi  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  až  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



## Závěr

Přidávání soli k ledu urychluje jeho tání, vzniká tak směs ledu a vody. Led na své tání odebírá teplo ze svého okolí, teplota směsi proto klesá.

## Poznámky

- Zabalením kostek ledu do hadru před rozbíjením na tříšť zabráníte odletování ledových úlomků.
- Demonstrováný jev žáci obvykle znají ze zimního solení silnic. Často však nevědí, co se s posoleným povrchem vlastně děje – očekávají, že mezi solí a ledem dochází k exotermické reakci, která povrch vozovky zahřeje a led díky tomu roztaje. Ve skutečnosti se vozovka při solení výše popsaným mechanismem ještě více ochladí – místo namrzlé silnice však získáváme už pouze mokrou silnici.
- Nejnižší cílové teploty tuhnutí (okolo  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) dosáhnete při poměru přibližně 3 hmotnostní díly ledu na 1 díl soli. Nižší teploty již dosáhnout nelze – proto nemá smysl solit vozovky a chodníky chloridem sodným, pokud je venku mráz například  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  pod nulou, protože při libovolném poměru ledu a soli se stejně nedá teplota tuhnutí dostatečně snížit. Prakticky se chloridem sodným přestává solit už při teplotách nižších než  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  až  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , protože pouze do těchto teplot je rozmrazování přiměřeně účinné.
- Podobně realizovaný experiment ukazuje též video [www.vernier.cz/video/ucinek-soli](http://www.vernier.cz/video/ucinek-soli)