

# Tuhnutí krystalické látky



## Pomůcky

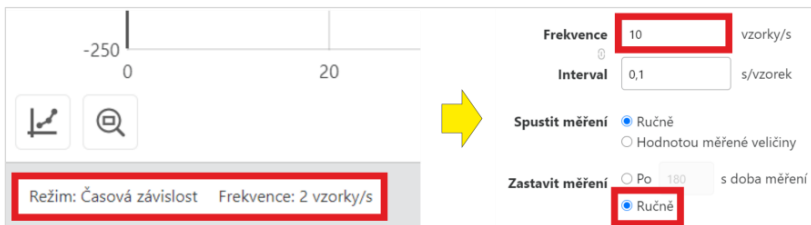
Termočlankový teploměr Vernier GDX-TC, cín nebo pájka (slitina cínu a olova), kahan, zápalky, trojnožka s nerezovou sítkou, prázdný kovový kalíšek od čajové svíčky.

## Teorie

Odebíráme-li kapalině teplo (snižujeme vnitřní energii), její teplota klesá. Po dosažení teploty tuhnutí se pokles teploty zastaví a látka začíná měnit skupenství. Pokračující úbytek vnitřní energie již není spojen s poklesem teploty, ale výhradně se změnou struktury látky. Teprve když látka ztuhne, bude se její teplota dále snižovat. V tomto experimentu bude na vzduchu chladnout roztavený cín. Tabulková teplota tání čistého cínu je 232 °C. Příměsi (např. olovo v pájce) mohou teplotu tání ovlivnit až o desítky stupňů Celsia.

## Příprava měření

1. Spustíte aplikaci Graphical Analysis a připojíte čidlo (**návod**).
2. Klikněte na pole *Režim*, *Frekvence* v levém dolním rohu, nastavte frekvenci měření na 10 vzorků/s a zvolte *Zastavit měření: Ručně*. Potvrďte tlačítkem *HOTOVO*.



## Provedení experimentu

1. Odmotejte přibližně 3 metry cínové pájky, zmačkejte ji do klubička a položte do prázdného kalíšku od čajové svíčky.
2. Na trojnožku položte sítku a na ni postavte kalíšek s pájkou.
3. Zapalte hořák a vsuňte jej pod kalíšek. Vyčkejte, až veškerý cín roztaje.
4. Čidlo vložte do vzniklé kapaliny a zajistěte, aby se po dobu měření nehýbalo.



před roztavením



kapalný cín



tuhnutí cínu

5. Jakmile teplota kapalného cínu přesáhne 300 °C, hořák vypněte a tlačítkem **ZAHÁJIT MĚŘENÍ** spusťte měření. Při poklesu pod 100 °C klikněte na **ZASTAVIT**.

### Ukázka naměřených dat

V grafu níže je zachycen průběh teploty během experimentu. Oblast, ve které se teplota ustálila na jediné hodnotě (50 s až 120 s), odpovídá postupnému tuhnutí látky.



### Závěr

Během tuhnutí kapaliny se její teplota nemění. V provedeném experimentu se ustálila na 220 °C (tabulková hodnota pro čistý cín je 232 °C).

### Poznámky

- **Nepoužívejte jiné teploměry Vernier, hrozí jejich zničení!** Pro měření použijte čidla Vernier GDX-TC nebo TCA-BTA, jejich rozsah je -200 °C až +1 400 °C.
- Během experimentu si počínejte opatrně, abyste se o roztavený kov nepopálili.
- Přídavné látky v pájce mohou způsobovat dým – experiment proto neprovádějte pod požárními hlásiči. Dojde-li ke vzplanutí, nechte plamen v kalíšku dohořet.
- Různé druhy pájek mají různá složení – některé obsahují 99,5 % cínu, jiné třeba jen 60 %. Složení podstatně ovlivňuje teplotu tání slitiny.
- Odchyłka naměřené a tabulkové teploty tuhnutí cínu může být způsobena kalibrací termočlánu. Odchyłky do 10 °C představují méně než 1 % rozsahu čidla.
- Po skončení pokusu je třeba uvolnit termočlánek ze ztuhlého cínu. Nejvhodnější je kalíšek s kovem opět zahřát nad plamenem. Drát nevytrhávejte silou!
- Při tuhnutí lze někdy pozorovat tzv. přechlazení, které se projevuje dočasným snížením teploty pod teplotu tuhnutí („zobáček“ v grafu).