

Nerezové teplotní čidlo

Objednávkový kód TMP-BTA

Toto teplotní čidlo (dále často již jen „teploměr“) je vyrobené z nerezové oceli. Jedná se o univerzální laboratorní pomůcku, která je navržena pro použití v chemii, fyzice i biologii, ale stejně tak k pestré škále mimoškolních experimentů. Několik námětů na experimenty s teplotním čidlem je uvedeno na konci tohoto manuálu.

Poznámka k zacházení s teploměrem: Při práci s kapalinami neponořujte celý teploměr - rukojeť není vodotěsná.

Sběr dat: Tento senzor může být používán s následujícími rozhraními:

- Vernier LabQuest[®]
- Vernier LabQuest Mini[®]
- Vernier LabPro[®]
- Vernier Go![®]Link
- Vernier EasyLink[®]
- Vernier SensorDAQ[®]

Automatické rozpoznání: Tento senzor podporuje automatické rozpoznání. Při použití s rozhraními LabQuest, LabQuest Mini, LabPro, Go!Link, Sensor DAQ a EasyLink je senzor po připojení automaticky rozpoznán a software použije předdefinované parametry k nastavení experimentu.

Software: Senzor může být používán s následujícími programy v závislosti na použitém rozhraní:

Program	Rozhraní
Logger Pro	LabQuest, LabQuest Mini, LabPro, Go!Link
Logger Lite	LabQuest, LabQuest Mini, LabPro, Go!Link
LabQuest App	Součást rozhraní LabQuest
EasyData App	LabPro, Vernier EasyLink
DataMate program	LabPro
Data Pro	LabPro, Palm handheld
LabVIEW	SensorDAQ

Použití výrobku: Tento výrobek je určen pro vzdělávací účely. Nemusí být vhodný pro průmyslové, lékařské, výzkumné nebo komerční použití.

Technická specifikace

Teplotní čidlo	20 k Ω NTC Thermistor
Rozsah měřené teploty	-50 až 145 °C
Maximální teplota, při níž nedochází k trvalému poškození čidla	150 °C
Rozlišení (12 bit - LabQuest)	
Přesnost	$\pm 0,2$ °C při teplotě 0 °C $\pm 0,5$ °C při teplotě 100 °C
Odezva (doba, po které se teplota teploměru už velmi dobře blíží výsledné teplotě soustavy „teploměr-měřená látka“)	10 s (ve vodě, s mícháním) 400 s (v klidném vzduchu) 90 s (v proudícím vzduchu)
Rozměry senzoru (ocelové tělo + rukojeť)	délka: 15,5 cm
Rozměry ocelového těla	délka: 10,5 cm průměr: 4,0 mm
Rozměry rukojeti	délka: 5,0 cm průměr: 12,5 mm

Princip činnosti nerezového teplotního čidla

Teploměr používá termistor (20 k Ω NTC Termistor), jehož odpor nelineárně klesá s rostoucí teplotou. Tento pokles nejlépe popisuje tzv. Steinhartova – Hartova rovnice:

$$T = [K_0 + K_1(\ln 1000R) + K_2(\ln 1000R)^3]^{-1} - 273,15$$

kde T je teplota ve °C, R je odpor v k Ω , $K_0 = 1,02119 \cdot 10^{-3}$, $K_1 = 2,22468 \cdot 10^{-4}$, $K_2 = 1,33342 \cdot 10^{-7}$. Měření teploty je tedy převáděno na měření s teplotou se měnícího odporu, naše programy pak dle vztahu výše převedou naměřené hodnoty zpět na teplotu a zobrazí naměřenou hodnotu ve °C (nebo jiných jednotkách, zvolíte-li si odlišnou kalibraci).

Odolnost senzoru vůči chemickým vlivům

Tělo senzoru je zhotoveno z nerezové oceli třídy 316, což mu v prostředí školních pokusů zaručuje vysokou odolnost vůči korozi. Zde jsou základní pokyny k používání Vernier teploměru:

- Rukojeť senzoru je zhotovena z materiálu Santopren®. Přestože je tento materiál chemicky velmi odolný, doporučujeme rukojeť neponořovat.
- Po každém použití tělo senzoru důkladně omyjte.
- Teploměr může být nepřetržitě ponechán v prostředí o teplotě od -40 °C do 150 °C. Soustavné používání ve slané vodě může lehce změnit zabarvení ocelového těla senzoru, aniž by ale došlo k narušení jeho funkčnosti.

- Teploměr může být nepřetržitě vystaven působení mnoha organických sloučenin (methanol, ethanol, 1-propanol, 2-propanol, 1-butanol, n-hexan, kyselina laurová, paradichlorbenzen, fenyln-salicylát, kyselina benzoová). Působení n-pentanu nevystavujte senzor déle než jednu hodinu.
- Teploměr může být vystaven působení silných zásaditých roztoků (např. NaOH) až 48 hodin, opět může dojít pouze k drobným změnám zabarvení senzoru. Nedoporučujeme jej ale používat v zásaditých roztocích o koncentraci vyšší než $3 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$.
- Následující tabulka udává maximální doporučenou dobu pro vystavování senzoru kyselinám o daných molárních koncentracích. Ponecháte-li senzor v kyselině déle, než je doporučeno, může se jeho povrch pokrýt bublinkami či změnit barvu, ale čidlo by mělo zůstat nadále funkční. Obecně ale doporučujeme nechat teploměr v žádné kyselině déle než 48 hodin!

Maximální doporučené doby pro vystavování senzoru kyselinám:

Kyselina	Koncentrace	Maximální doporučená doba vystavení senzoru dané kyselině
HCl	$1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$	20 minut
HCl	$2 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$	10 minut
HCl	$3 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$	5 minut
H ₂ SO ₄	$1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$	48 hodin
H ₂ SO ₄	$2 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$	20 minut
H ₂ SO ₄	$3 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$	10 minut
HNO ₃	$1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$	48 hodin
HNO ₃	$2 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$	48 hodin
HNO ₃	$3 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$	48 hodin
CH ₃ COOH	$1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$	48 hodin
CH ₃ COOH	$2 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$	48 hodin
CH ₃ COOH	$3 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$	48 hodin
H ₃ PO ₄	$1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$	48 hodin
H ₃ PO ₄	$2 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$	48 hodin
H ₃ PO ₄	$3 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$	48 hodin

Je nutná kalibrace?

Ve většině případů nebudete potřebovat provádět kalibraci teploměru, senzor je prodáván nakalibrovaný. Pokud ale používáte program Logger Pro 3.3 nebo novější, můžete v případě potřeby provést kalibraci vlastní – je to ale možné pouze s použitím počítače a nevystačíte si s programy DataMate, EasyData a DataPro.

Kalibrace teploměru, připojeného k rozhraní LabPro, se liší od kalibrace většiny ostatních senzorů – nelinearita charakteristiky používaného termistoru vyžaduje, aby byla kalibrace prováděna při třech různých teplotách.

Připravte si tedy vodní lázně o třech různých teplotách, vyberte *Experiment* →

Kalibrovat a zvolte *Teploměr*. Dále vyberte *Calibrate Now*. Postupně teploměr umístěte do každé lázně, po ustálení teploty zvolte *Keep* a vložte teplotu, udávanou teploměrem. Po zadání všech tří hodnot zvolte *Done*.

Chcete-li takto zadané kalibrační údaje uchovat pro pozdější použití, postupujte následovně:

1) V dialogovém okně *Kalibrace* vyberte *Calibration Storage* a zadejte *Calibration Retrieval Preference to Experiment File*.

2) Uložte *Experiment file*.

Otevřete-li v budoucnu takto vytvořenou složku, budou v ní obsažená data použita ke kalibraci namísto kalibrace standardní.

Záruka: Společnost Vernier zaručuje, že tento výrobek zůstane bez vady na materiálu a provedení po dobu pěti let od doručení zákazníkovi. Tato záruka se nevztahuje na poškození výrobku způsobená hrubým zacházením a nevhodným použitím.

Návrhy experimentů

- Studium průběhu chladnutí vody
- Studium vlivu pokličky na rychlost ohřívání/chladnutí vody
- Sledování průběhu teploty v místnosti nebo v terénu
- Sledování teploty při chemických reakcích (exotermických, endotermických)
- Využití při experimentálním zjišťování účinnosti rychlovrné konvice
- Sledování časového průběhu teploty v mrazničce či chladničce
- Studium stavové rovnice (společně s tlakovým senzorem)