

3 pokusy z termiky

Vojtěch Jelen

Fyzikální seminář LS 2014

Obsah

1. Pokus „online“
2. Měření teploty cihly
3. Vypařování střely

1. Kalorimetrie

- Zabývá se měřením tepla a studuje vlastnosti látek a jejich změny v souvislosti se změnami teploty.
- K měření tepla se používá **kalorimetr**, jehož hlavní součástí je tepelně izolovaná nádoba.



- Měrná tepelná kapacita c

$$c = \frac{1}{m} \frac{dQ}{d\theta}$$

- Měrné skupenské teplo

$$l = \frac{dQ}{m}$$

Znaménková konvence:

Teplo dodané soustavě >0

Teplo odebrané ze soustavy <0

Množství vyměňovaného tepla mezi soustavou a okolím závisí na ději, jakým se výměna děje.

Nejjednodušší případy při izochorickém (konstantní objem $dV=0$) a zároveň izobarickém (konstantní tlak $dp=0$) ději.

Měrná tepelná kapacita je tedy různá pro různé děje (c_v , c_p).

Pokus

Mějme m_1 je hmotnost ledu a ϑ_1 . K němu přidáme vodu o hmotnosti m_2 a teplotě ϑ_2 . Na jaké teplotě se směs ustálí?

Konstatnty:

$$c_{\text{vody}} = 4180 \text{ J.K}^{-1}$$

$$l_{\text{tání(vody)}} = 33,4 \cdot 10^4 \text{ J.kg}^{-1}$$

$$c_{\text{ledu}} = 2090 \text{ J. K}^{-1}$$

Budeme zanedbávat ztráty tepla ze systému-> teplo vzniklé ochlazováním vody se musí rovnat teplu vzniklému ohříváním ledu.

$$Q_{\text{led}} = Q_{\text{voda}}$$

Led

Led se první ohřeje na teplotu tání

$$Q_1 = m_1 \cdot c_l \cdot (\vartheta_{\text{tání}} - \vartheta_1)$$

Poté se změní skupenství z pevného na kapalné

$$Q_2 = m_1 \cdot l_{\text{tání}}$$

Nakonec se vzniklá voda může ještě ohřát

$$Q_3 = m_1 \cdot c_{\text{vody}} \cdot (\vartheta - \vartheta_{\text{tání}})$$

Voda

Voda se bude ochlazovat z původní teploty na teplotu tuhnutí

$$Q_4 = m_2 \cdot c_{\text{vody}} \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_{\text{tuhnutí}})$$

Poté změnění skupenství (předpokládejme

$$l_{\text{tání}} = l_{\text{tuhnutí}})$$

$$Q_5 = m_2 \cdot l_{\text{tuhnutí}}$$

A nakonec se může vzniklý led ochladit

$$Q_5 = m_2 \cdot c_{\text{ledu}} \cdot (\vartheta_{\text{tuhnutí}} - \vartheta)$$

Jaké teploty chcete abychom
dosáhli?

2. Šíření tepla

Přenos tepla se může dít:

- vedením (prostředí v němž se teplo šíří zůstává z hlediska makroskopického v klidu)
- Prouděním (přenos tepla se děje v důsledku pohybu látky daného prostředí)
- Vyzařováním (šíření tepla není vázáno na látkové prostředí. Nositelem tepla jsou fotony o vlnové délce 10^{-4} - 10^{-7} m.

Jestliže při přenosu tepla zůstává teplota v libovolném místě prostředí konstantní v čase, mluvíme o ustáleném šíření.

V případě, že teplota v dané oblasti není funkcí ani prostorových souřadnic ani času, nastává tepelná rovnováha.

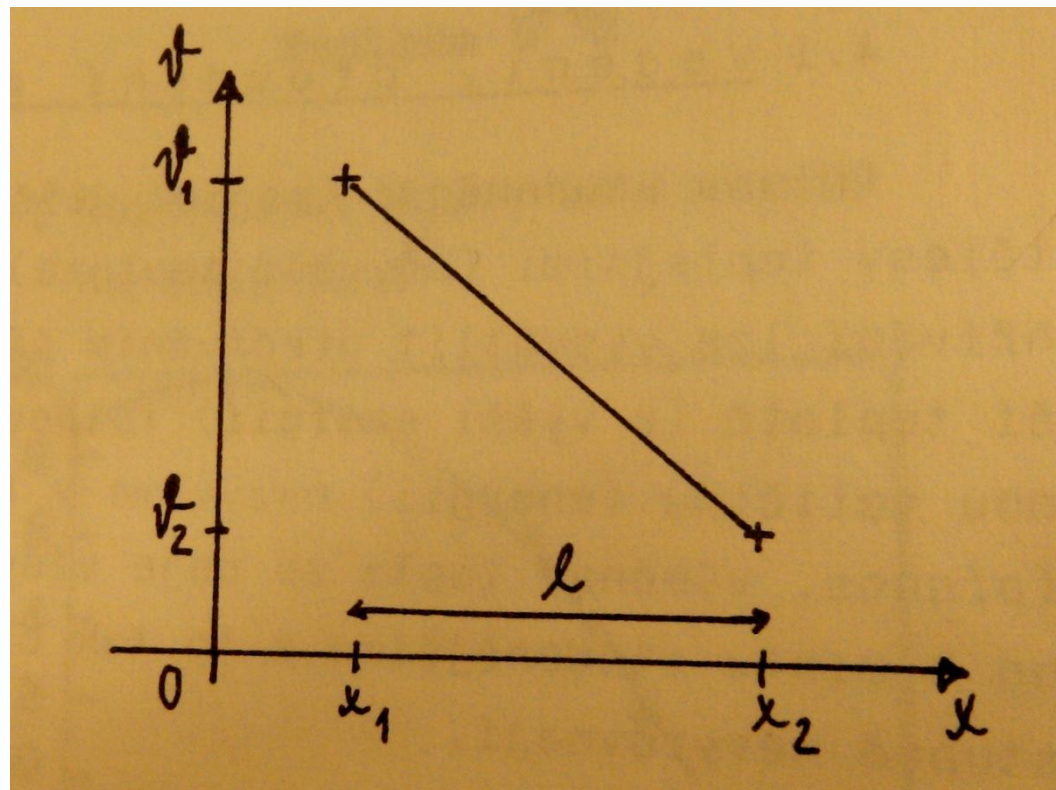
Budeme uvažovat ustálené šíření tepla vedením.

Pro případ jednosměrného vedení z místa o teplotě ϑ_1 do místa o teplotě ϑ_2 ($\vartheta_1 > \vartheta_2$), která jsou od sebe vzdálena l .

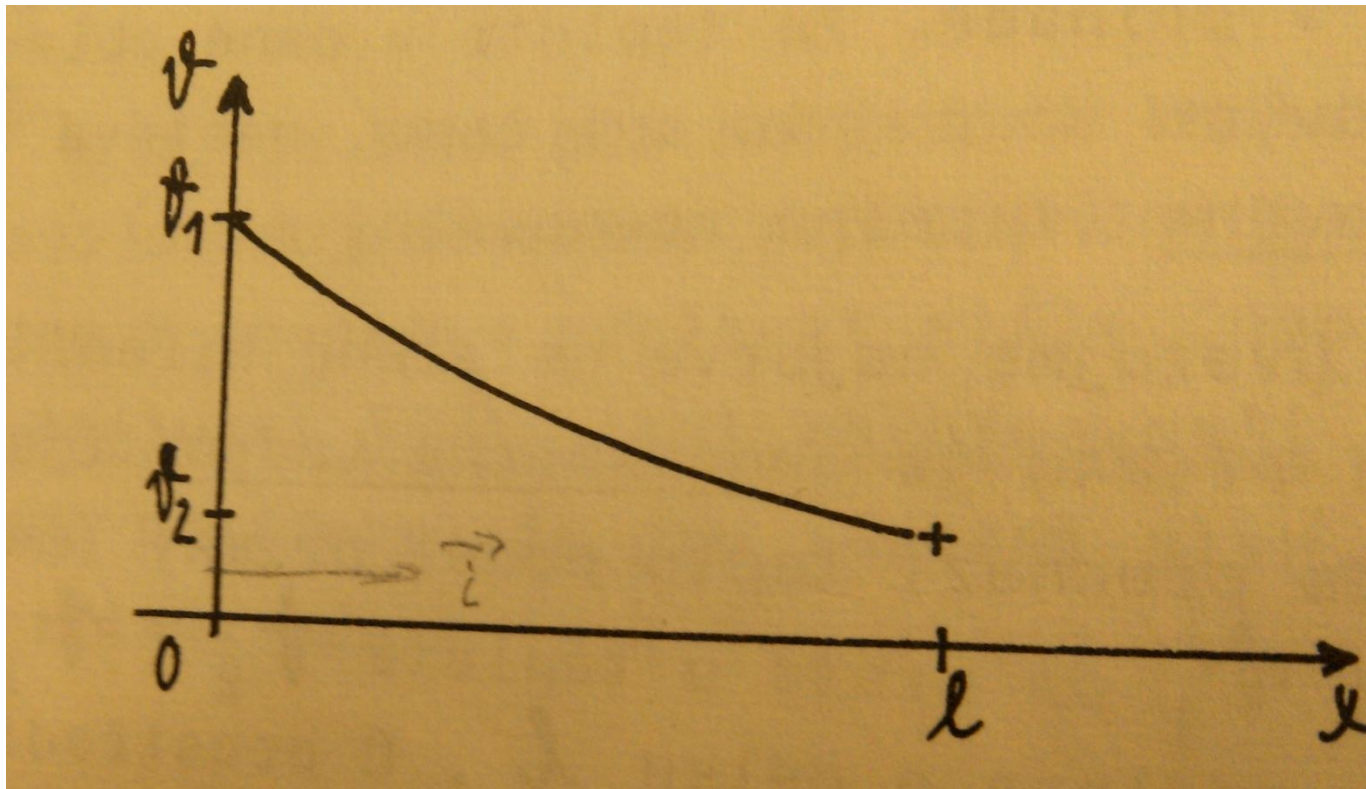
Prostředí považujeme za homogenní a izotropní.

Dále předpokládejme ustálené vedení, tedy teplota v daném bodě je konstantní.

Pokud bude prostředí izolované, pak každým průřezem projde za jednotku času stejné množství tepla a teplota se bude měnit lineárně.



Pokud nebude prostředí izolováno, bude docházet k úniku tepla do okolí. Teplota v daném bodě bude tedy záviset na tom kolik tepla uniklo do okolí.



Pokus

V druhém pokusu jsem se snažil změřit teplotu zahřívané cihly v různých vzdálenostech a tak experimentálně ověřit pravdivost předchozích tvrzení.

Testovaný objekt



Předpokládejme homogenitu a izotropnost 😊

K měření teploty jsem použil termistory.

Termistor = polovodičová součástka jejíž odpor je závislý na teplotě.



$$R(T) = R_{\infty} e^{\frac{B}{T}}$$

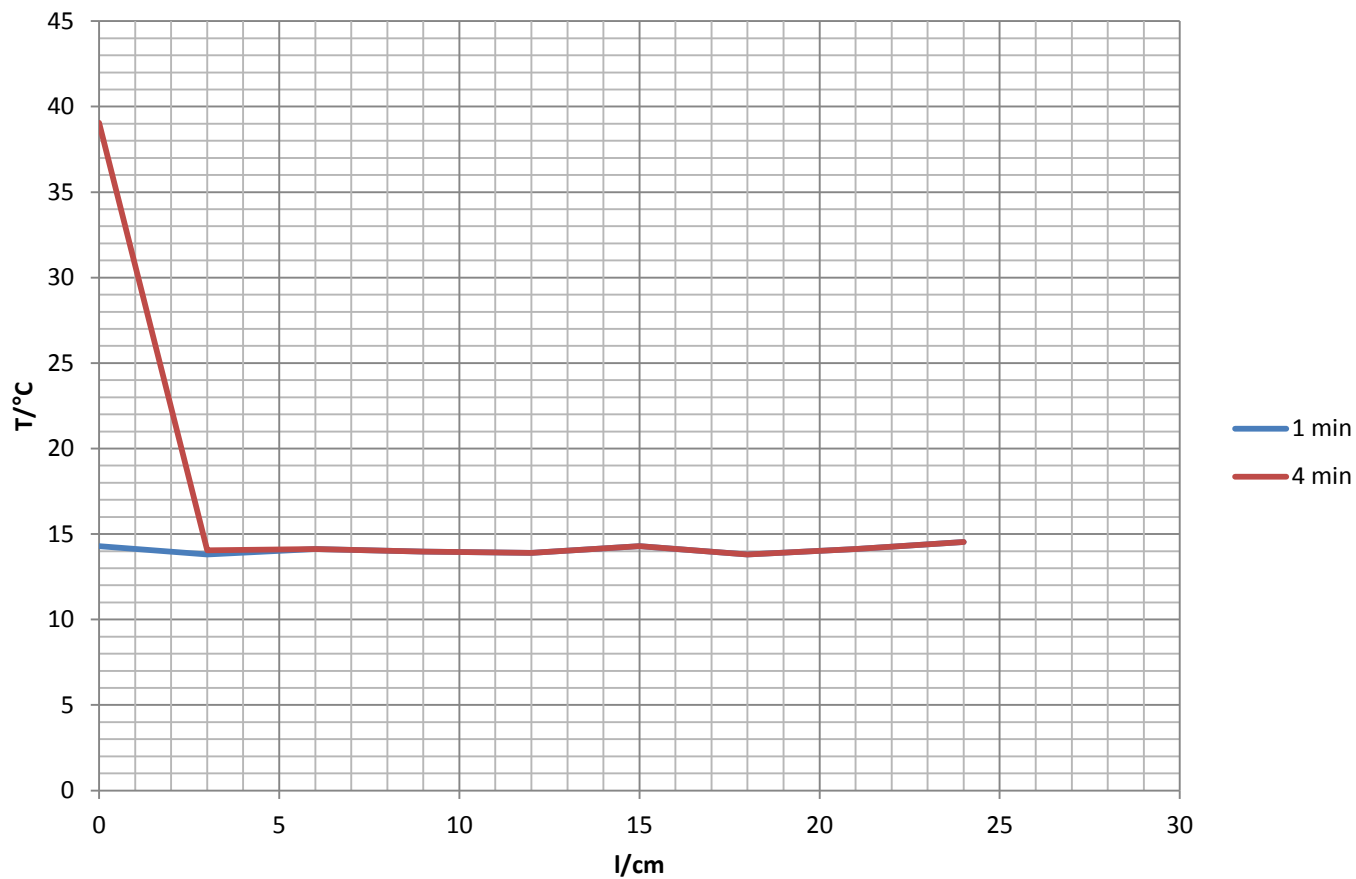
Instalace termistorů

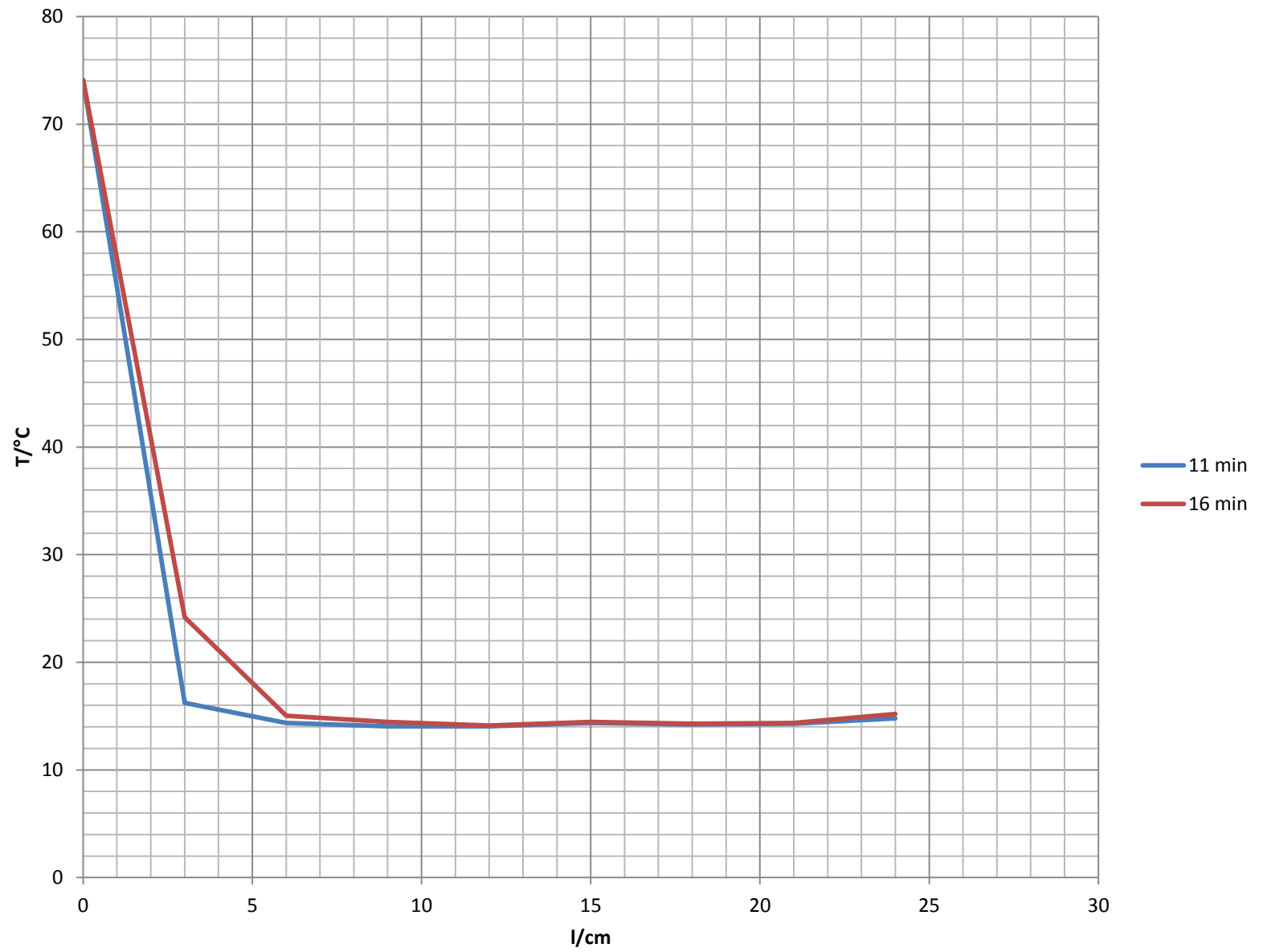


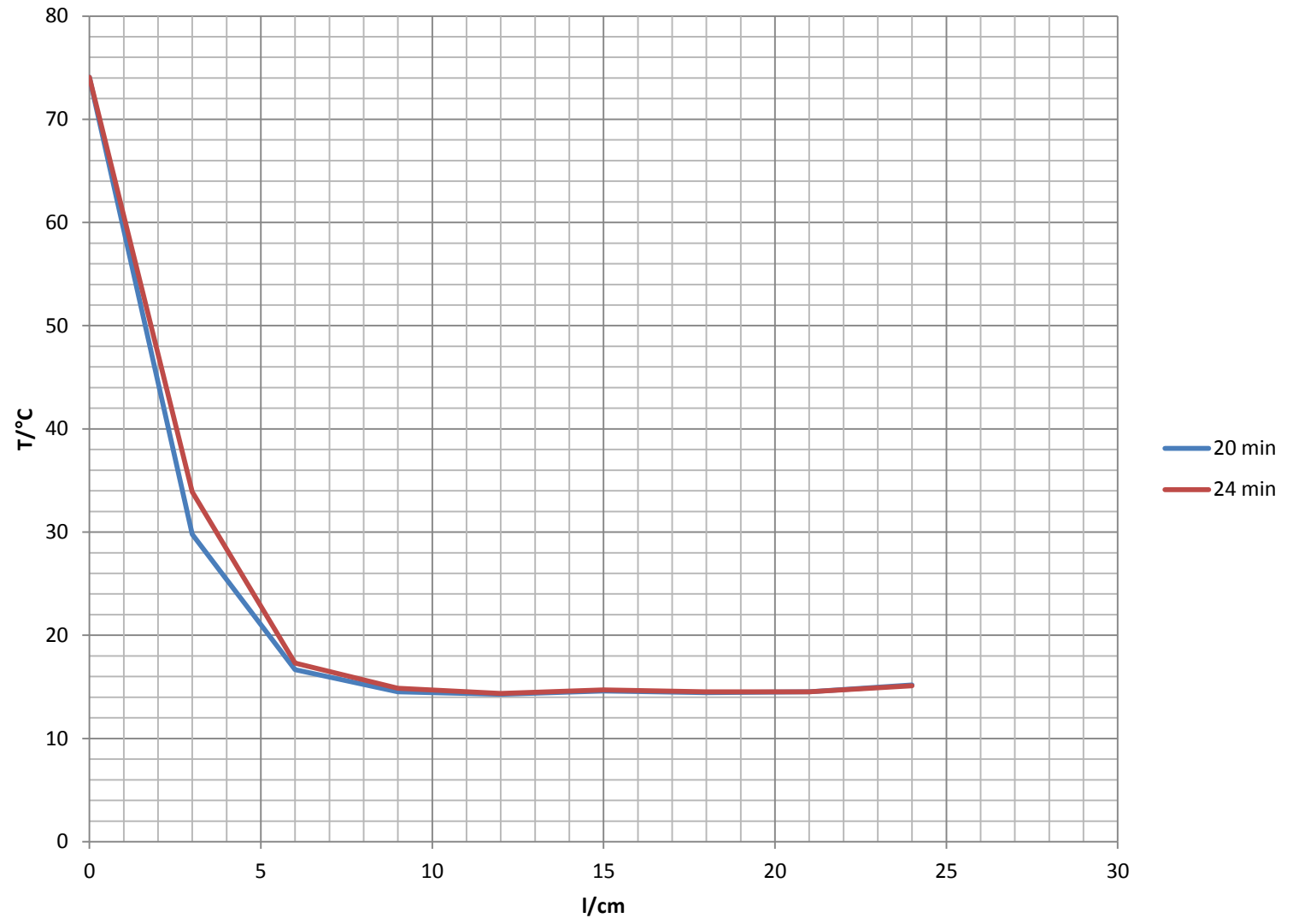
Měření neizolované soustavy

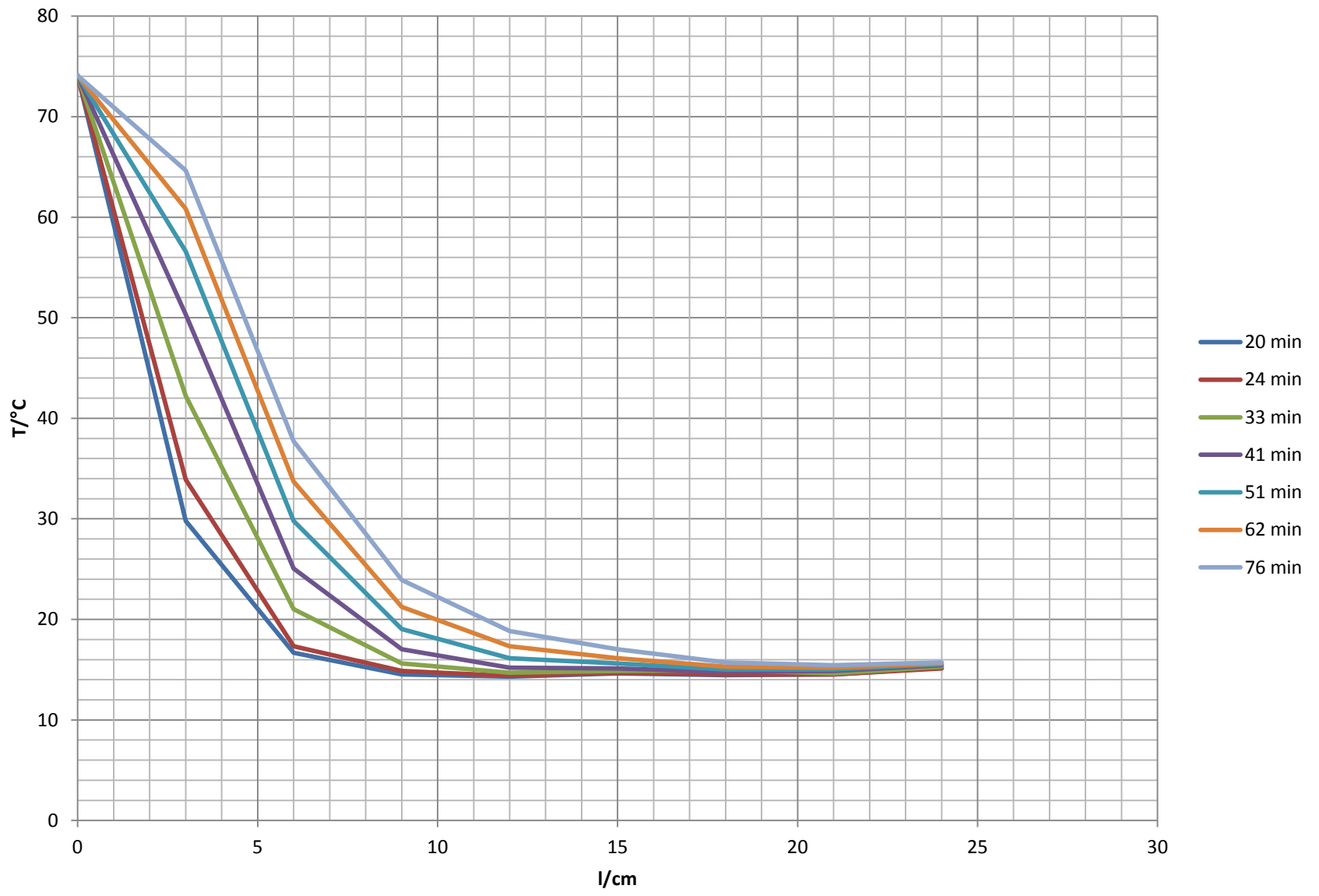


Naměřené hodnoty

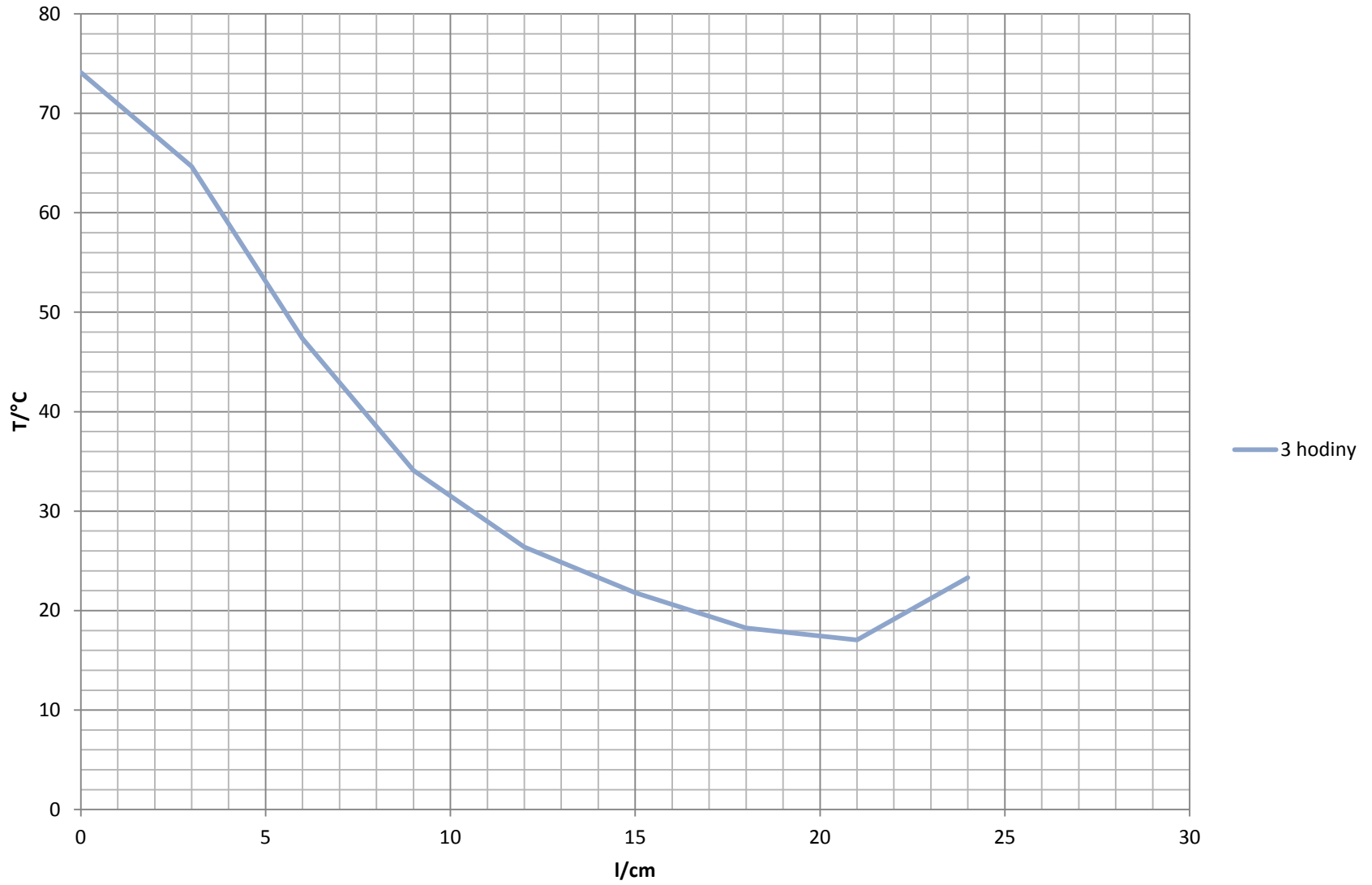








Neizolovaná



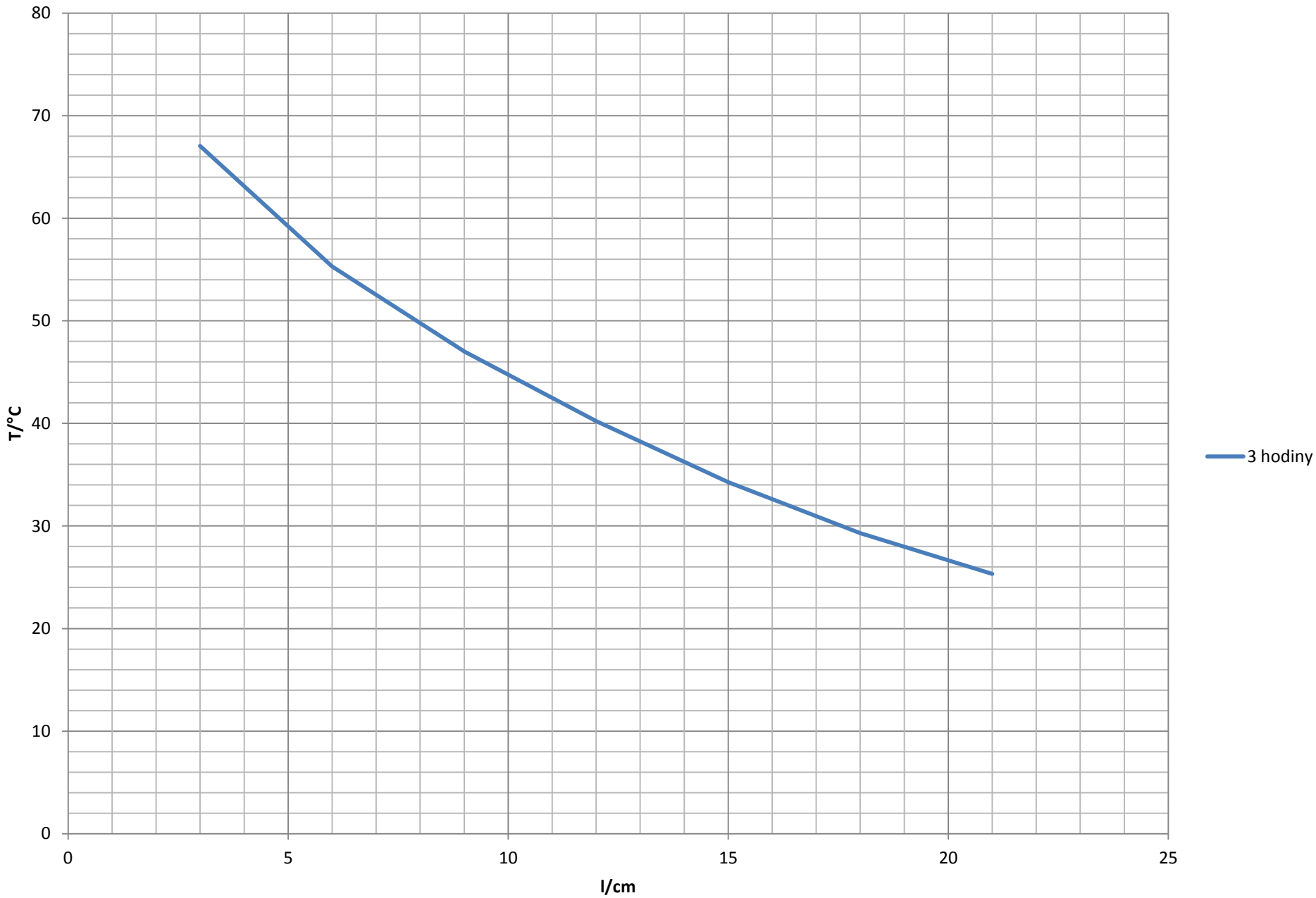
Izolovaná soustava





Vruty 40mm

Izolovaná



3. Roztavení střely

V posledním pokusu jsem se pokusil ověřit pravdivost příkladu ze skript,

(Sbírka řešených příkladu z fyziky, P1.1-8)

Kde narazí olověná střela o rychlosti 400 m/s narazí do zdi. 25% energie přejde do okolí. Počáteční teplota střely je 0°C. Má se určit zda se střela roztaví.

Při řešení uvažujeme změnu kinetické energie střely na tepelnou.

$$E_k = \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{2} m \cdot v^2 = m \cdot c \cdot \Delta\vartheta + m_x \cdot l_{\text{tání}}$$

$$m/m_x = l_{\text{tání}} / (3/8 v^2 - c \cdot \Delta\vartheta)$$

po dosazení $m/m_x = 1,3$

-> střela se roztaví jen z části

Pokus

K demonstraci jsem
použil vzduchovku.
Ústová rychlost je
cca 220 m/s



Terč



Jelikož diabolky jsou také z olova, pro rychlost 220 m/s a dostáváme že by se střela neměla ani z části roztavit .

$$\frac{3}{8} \cdot m \cdot 220^2 = m \cdot 129.328 + m_x \cdot 33 \cdot 10^4$$

$$18\ 150 \cdot m = 42\ 312 \cdot m + m_x \cdot 33 \cdot 10^4$$

Střelbu jsem provedl 10 krát





Možné příčiny

- Diabolka se stlačí na menší objem a tím dojde k zahřátí

Tedy nejedná se o izochorický děj.

- Na diabolku nebude působit ani konstantní tlak

Nejedná se ani o izobarický děj



Naměřené hodnoty úbytku váhy

$$M_{\text{před}} = 4,79 \text{ g}$$

$$M_{\text{po}} = 4,34 \text{ g}$$

$$\text{Úbytek} = 0,47 \text{ g}$$

- Ztráty otěrem
- Ztráty miniaturních úlomků
- Část se mohla vypařit díky nerovnoměrnému zahřívání

Zdroje:

- Sbírka řešených příkladů z fyziky, Maršák, Havránková, výtisk 2004
- Termodynamika a statistická fyzika, Maršák, výtisk 1995
- www.military-airsoft.cz
- www.florbalovytrener.cz
- www.moodle.fp.tul.cz, Kalorimetrie
- rozinka1.rajce.idnes.cz