

# TEPLO PŘIJATÉ A ODEVZDANÉ TĚLESEM PŘI TEPELNÉ VÝMĚNĚ

**Vzdělávací předmět:** Fyzika

**Tematický celek dle RVP:** Energie

**Tematická oblast:** Vnitřní energie. Teplo

**Cílová skupina:** Žák 8. ročníku základní školy

Cílem pokusu je sledování změny teploty dvou těles o různé počáteční teplotě při tepelné výměně, výpočet přijatého a odevzdaného tepla tělesem z naměřených hodnot a porovnání získaných výsledků.

## POMŮCKY

Počítač, USB modul USB – 200, 2 senzory povrchové teploty NUL – 233, 2 vyšší sklenice (popř. seříznuté PET láhve), kádinka (250 ml), voda, rychlovarná konvice

## NASTAVENÍ MĚŘICÍHO ZAŘÍZENÍ

5 min



1. K počítači připojíme pomocí kabelu modul USB.



2. K modulu USB připojíme jeden senzor povrchové teploty (dále jen teploměr 2).



3. Spustíme program *Neulog*.



4. Klikneme na ikonu *Nástroje*, kde provedeme nastavení *ID* čísla senzoru.



5. Pomocí ikony *Nastavit ID* změníme číselnou hodnotu na číslo 2 a kliknutím na tlačítko *ID* spustíme vyhledávání senzoru.

6. K teploměru 2 připojíme druhý senzor povrchové teploty (dále jen teploměr 1).



7. Klikneme na ikonu *Hledat čidla*.



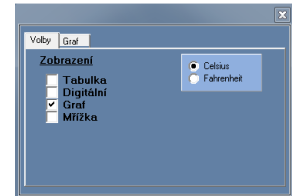
8. Klikneme na ikonu *Pokus s připojením*.



9. V *Okno modulu* obou teploměrů klikneme na *Nastavení modulu*.

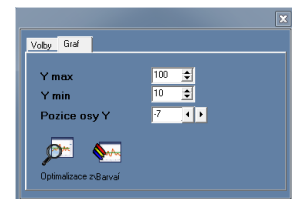
Záložka *Volby* – stejné nastavení obou teploměrů:

- ponecháme nastavení *Graf*
- vybereme jednotku *Celsia*



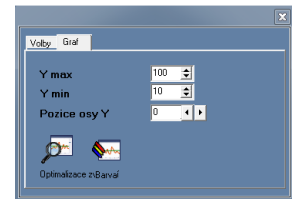
Záložka *Graf* – teploměr 1:

- nastavíme *Y max* na hodnotu *100*
- nastavíme *Y min* na hodnotu *10*
- ponecháme nastavení *Pozice osy Y*



Záložka *Graf* – teploměr 2:

- nastavíme *Y max* na hodnotu *100*
- nastavíme *Y min* na hodnotu *10*
- nastavíme *Pozice osy Y* na hodnotu *0*



Dialogová okna zavřeme.



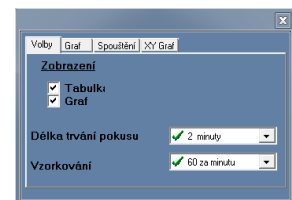
10. Klikneme v *Okno modulu* na *Barva* u senzoru *povrchová teplota 2* a změníme barvu na modrou.



11. Klikneme na ikonu *Nastavení pokusu*.

Záložka *Volby*:

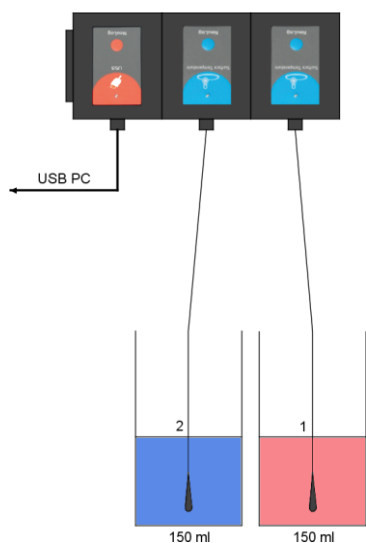
- ponecháme nastavení *Graf*
- potvrdíme zaškrtnutí pole *Tabulka*
- nastavíme *Délka trvání pokusu* – 2 minuty
- nastavíme *Vzorkování* – 60 za minutu



Dialogové okno zavřeme.

## PŘÍPRAVA A SESTAVENÍ POKUSU

3 min



1. V rychlovarné konvici ohřejeme vodu. Pomocí kádinky odměříme 150 ml teplé vody a přelijeme ji do první sklenice.
2. V kádince odměříme 150 ml studené vody a přelijeme ji do druhé sklenice.
3. Do sklenice s teplou vodou vložíme teploměr 1 a do sklenice se studenou vodou teploměr 2. Citlivá část obou teploměrů je zcela ponořena ve vodě v přibližně stejné výšce a zároveň se nedotýká stěn sklenice.

## REALIZACE POKUSU

5 min



1. Pokus spustíme kliknutím na ikonu *Spustit pokus* v liště programu.
2. Přibližně ve 20 s měření rychle přeložíme teploměr ze studené do teplé vody a současně přelijeme studenou vodu do sklenice s teplou vodou. V grafu sledujeme změnu teplot na obou teploměrech.
3. Do výpočtové tabulky zapíšeme objem teplé vody  $V_1$  a studené vody  $V_2$ .
4. Vypočteme hmotnost teplé vody  $m_1$  a studené vody  $m_2$ .
5. V okně *Tabulka* vyhledáme teplotu teplé vody  $t_1$  a studené vody  $t_2$  před tepelnou výměnou a zapíšeme je do výpočtové tabulky.
6. V okně *Tabulka* vyhledáme teplotu vody  $t$  po tepelné výměně a zapíšeme ji do výpočtové tabulky.
7. Z naměřených hodnot vypočteme teplo odevzdané teplou vodou  $Q_1$  a teplo přijaté studenou vodou  $Q_2$  při tepelné výměně. Vypočtené hodnoty porovnáme.
8. Pokus uložíme kliknutím na ikonu *Uložit pokus* v liště programu.



## POPIS GRAFU



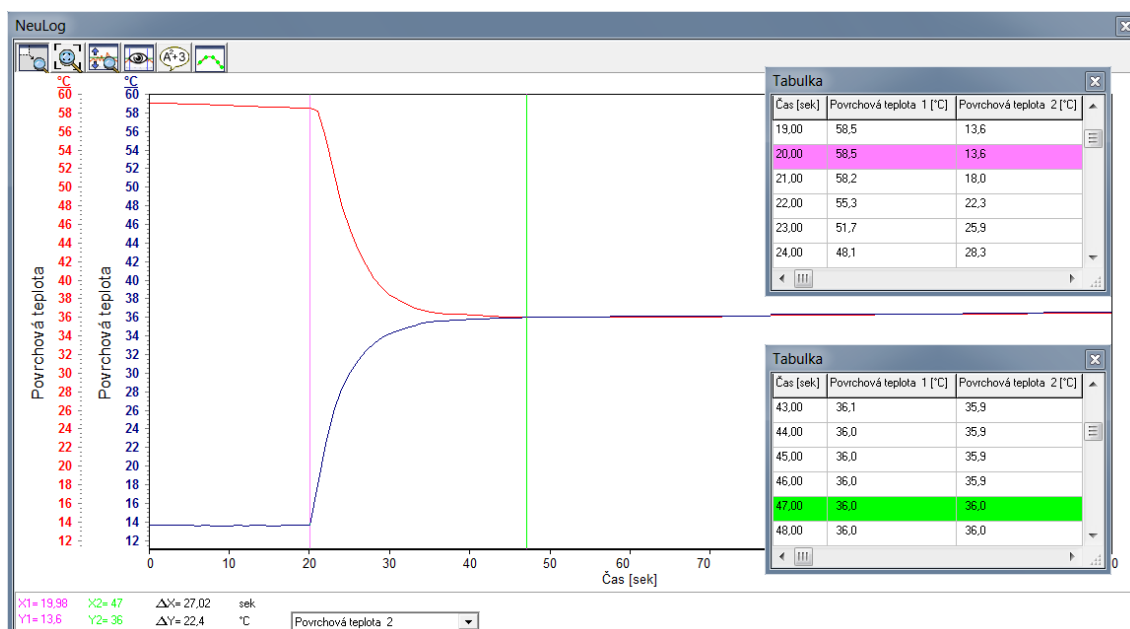
1. Grafický výsledek pokusu zvětšíme kliknutím na ikonu *Optimalizace zvětšení* v okně grafu.



2. Kliknutím na ikonu *Nastavení modulu* v *Okno modulu* obou teploměrů na záložce *Graf* upravíme hodnotu *Y max* a *Y min* podle počátečních teplot obou kapalin.



3. V okně grafu klikneme na ikonu *Zobrazit kurzory*. První kurzor nastavíme tažením myši do okamžiku před tepelnou výměnou a druhý kurzor do okamžiku vyrovnání teplot po tepelné výměně.



Pozn: Obrázek byl upraven v grafickém programu.

Po vložení teploměru do sklenice se studenou vodou se měřená hodnota ustálí na počáteční teplotě  $t_2$ . Po vložení teploměru do sklenice s teplou vodou teplota  $t_1$  na teploměru mírně klesá, jelikož dochází k vypařování vody z jejího povrchu v závislosti na počáteční teplotě vody.

V okamžiku přelítí studené vody do teplé dochází k tepelné výměně prouděním. Teplá voda odevzdává studené vodě teplo  $Q_1$  a hodnota teploty  $t_1$  klesá. Studená voda přijímá od teplé vody teplo  $Q_2$  a hodnota teploty  $t_2$  roste. Po samovolném promíchání kapaliny se teplota smíchané vody ustálí na hodnotě  $t$ .

## VÝPOČET

| PŘED TEPELNOU VÝMĚNOU              |          |                                    |          |
|------------------------------------|----------|------------------------------------|----------|
| TEPLÁ VODA                         |          | STUDENÁ VODA                       |          |
| objem $V_1$ (ml)                   | 150      | objem $V_2$ (ml)                   | 150      |
| objem $V_1$ ( $\text{m}^3$ )       | 0,000 15 | objem $V_2$ ( $\text{m}^3$ )       | 0,000 15 |
| hmotnost $m_1$ (kg)                | 0,15     | hmotnost $m_2$ (kg)                | 0,15     |
| teplota $t_1$ ( $^\circ\text{C}$ ) | 58,5     | teplota $t_2$ ( $^\circ\text{C}$ ) | 13,6     |
| PO TEPELNÉ VÝMĚNĚ                  |          |                                    |          |
| teplota $t$ ( $^\circ\text{C}$ )   |          | 36                                 |          |

Hmotnost vody  $m_1$  a  $m_2$  vypočteme pomocí vzorce  $m = V \cdot \rho$ , kde  $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .

**Teplu odevzdané teplou vodou:**

$$Q_1 = m_1 \cdot c \cdot (t_1 - t)$$

$$Q_1 = 0,15 \cdot 4\,200 \cdot (58,5 - 36) \text{ J}$$

$$Q_1 = 0,15 \cdot 4\,200 \cdot 22,5 \text{ J}$$

$$Q_1 = 14\,175 \text{ J}$$

**Teplu přijaté studenou vodou:**

$$Q_2 = m_2 \cdot c \cdot (t - t_2)$$

$$Q_2 = 0,15 \cdot 4\,200 \cdot (36 - 13,6) \text{ J}$$

$$Q_2 = 0,15 \cdot 4\,200 \cdot 22,4 \text{ J}$$

$$Q_2 = 14\,112 \text{ J}$$

**Porovnání výsledků:**  $Q_1 > Q_2$

## ZÁVĚR POKUSU

Po přelití studené vody do teplé vody začala teplota teplé vody klesat z počáteční teploty  $t_1 = 58,5 \text{ }^\circ\text{C}$  na koncovou teplotu  $t = 36 \text{ }^\circ\text{C}$ . Teplá voda se ochladila o  $22,5 \text{ }^\circ\text{C}$  a odevzdala teplo  $Q_1 = 14\,175 \text{ J}$ . Teplota studené vody rostla z počáteční teploty  $t_2 = 13,6 \text{ }^\circ\text{C}$  na koncovou teplotu  $t = 36 \text{ }^\circ\text{C}$ . Studená voda se ohřála o  $22,4 \text{ }^\circ\text{C}$  a přijala teplo  $Q_2 = 14\,112 \text{ J}$ .

Porovnáním obou hodnot tepla bylo zjištěno, že hodnota odevzdaného tepla teplou vodou  $Q_1$  je vyšší než hodnota přijatého tepla studenou vodou  $Q_2$ ,  $Q_1 > Q_2$ .

V ideálním případě, kdy tepelná výměna probíhá pouze mezi dvěma tělesy, by platilo, že teplo odevzdané teplou vodou je rovno teplu přijatému studenou vodou:  $Q_1 = Q_2$ . V našem pokusu není měřicí soustava tepelně izolována od svého okolí, a proto došlo k tepelným ztrátám, které jsou způsobeny únikem tepla z otevřené sklenice s teplou vodou do okolí a tepelnou výměnou mezi sklenicí s teplou vodou a okolím.

## PRACOVNÍ LIST ŽÁKA

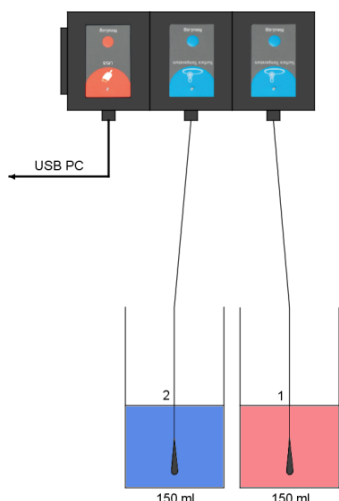
### PŘIJATÉ A ODEVZDANÉ TEPLA TĚLESEM PŘI TEPELNÉ VÝMĚNĚ

Jméno a příjmení: .....

Třída: .....

Spolupracovali: .....

Datum: .....



První sklenici naplníme 150 ml teplé vody a vložíme do ní teploměr 1. Druhou sklenici naplníme 150 ml studené vody a vložíme do ní teploměr 2. Citlivá část obou teploměrů je zcela ponořena ve vodě v přibližně stejné výšce a zároveň se nesmí dotýkat stěn sklenice.

Okolo 20 s měření rychle vložíme teploměr 2 do sklenice s teplou vodou a současně do ní přelijeme studenou vodu.

V grafu sledujeme změnu teplot obou kapalin po celou dobu měření. Po ukončení pokusu provedeme výpočet odevzdaného tepla  $Q_1$  a přijatého tepla  $Q_2$  z naměřených hodnot. Vypočtené hodnoty porovnáme.

## ÚKOLY

1. Doplňte.

- Jestliže **předá** teplejší těleso chladnějšimu tělesu tepelnou výměnou **energií**, pak teplejší těleso ..... chladnějšimu tělesu .....
- Jestliže **přijme** chladnějši těleso od teplejšiho tělesa tepelnou výměnou **energií**, pak chladnějši těleso ..... od teplejšiho tělesa .....
- Při tepelné výměně mezi dvěma tělesy teplota teplejšiho tělesa ..... a teplota chladnějšiho tělesa ..... . Tepelná výměna probíhá tak dlouho, dokud se teploty obou těles .....

2. Napište vzorec pro výpočet přijatého a odevzdaného tepla tělesem.

Vzorec pro výpočet odevzdaného tepla tělesem: .....

Vzorec pro výpočet přijatého tepla tělesem: .....

3. Jaká je hodnota měrné tepelné kapacity vody? .....

4. Zapište vzorec pro výpočet hmotnosti vody, znáte-li její objem a hustotu.

Vzorec: .....

5. Jaká je hodnota hustoty vody? .....

6. Z naměřených hodnot vypočítejte odevzdané a přijaté teplo tělesem.

Výsledky porovnejte.

| <b>PŘED TEPELNOU VÝMĚNOU</b>  |  |                               |  |
|-------------------------------|--|-------------------------------|--|
| <b>TEPLÁ VODA</b>             |  | <b>STUDENÁ VODA</b>           |  |
| objem $V_1$ (ml)              |  | objem $V_2$ (ml)              |  |
| objem $V_1$ (m <sup>3</sup> ) |  | objem $V_2$ (m <sup>3</sup> ) |  |
| hmotnost $m_1$ (kg)           |  | hmotnost $m_2$ (kg)           |  |
| teplota $t_1$ (°C)            |  | teplota $t_2$ (°C)            |  |
| <b>PO TEPELNÉ VÝMĚNĚ</b>      |  |                               |  |
| teplota $t$ (°C)              |  |                               |  |

**Teplo odevzdané tělesem:**

.....  
.....  
.....  
.....

**Teplo přijaté tělesem:**

.....  
.....  
.....  
.....

**Porovnání výsledků:** .....

7. Zapište závěr pokusu:

## ŘEŠENÍ

- Jestliže **předá** teplejší těleso chladnějším tělesu tepelnou výměnou **energii**, pak teplejší těleso **odevzdalo** chladnějším tělesu **teplo**.
  - Jestliže **přijme** chladnější těleso od teplejšího tělesa tepelnou výměnou **energii**, pak chladnější těleso **přijalo** od teplejšího tělesa **teplo**.
  - Při tepelné výměně mezi dvěma tělesy teplota teplejšího tělesa **klesá** a teplota chladnějšího tělesa **roste**. Tepelná výměna probíhá tak dlouho, dokud se teploty obou těles **nevyrovnají**.

2. Odevzdané teplo tělesem:  $Q_1 = m_1 \cdot c \cdot (t_1 - t)$

Přijaté teplo tělesem:  $Q_2 = m_2 \cdot c \cdot (t - t_2)$

3.  $c_{voda} = 4\,200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$

4.  $m = V \cdot \rho$

5.  $\rho_{voda} = 1\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$