

# Rozhledy matematicko-fyzikální

---

Ivo Volf; Pavel Kabrhel

55. ročník Fyzikální olympiády, úlohy školního kola

*Rozhledy matematicko-fyzikální*, Vol. 88 (2013), No. 4, 35–44

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/146549>

## Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2013

Institute of Mathematics of the Czech Academy of Sciences provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This document has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://dml.cz>

## 55. ročník Fyzikální olympiády, úlohy školního kola

*Ivo Volf, Pavel Kabrhel, ÚKFO, UHK, Hradec Králové*



Ve školním roce 2013/2014 proběhne v pořadí již 55. ročník předmětové soutěže Fyzikální olympiáda, kterou vyhlašuje Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky a která je pořádána za odborné garance Jednoty českých matematiků a fyziků. Soutěž byla poprvé vyhlášena v roce 1959 pro žáky středních škol a roku 1964 zahájila soutěž kategorií pro žáky posledních ročníků základních škol.

Informace o průběhu soutěže a další organizační instrukce můžete najít na oficiální webové stránce <http://fyzikalniolympiada.cz>, případně <http://cental.uhk.cz>.

Dále uvádíme letošní teoretické i praktické úlohy pro soutěžící v kategoriích E, F, určené pro žáky navštěvující 8. a 9. ročník základních škol nebo jim odpovídající ročníky víceletých gymnázií. Pochopitelně, úlohy mohou řešit všichni čtenáři, nemohou se však zařadit mezi soutěžící, a tak je to pro ně pouze rozcvička pro řešení úloh jiných kategorií či zkouška, jak by se s takovými úlohami dokázali vyrovnat.

### FO55EF1: Jízda autobusem

Autobus vyjíždí z klidu ze zastávky a po době 30 s získá rychlost 54 km/h. Touto rychlostí pokračuje po dobu 2,0 min, a když řidič registruje na křižovatce oranžové a červené světlo, během 50 s postupně zastavuje. Na světelné křižovatce vytrvá celou minutu a potom se rozjede a tentokrát za dobu 50 s získá rychlost 45 km/h a poté pomalu po dobu 100 s zpomaluje, až zastaví na následující zastávce.

- Zakresli do grafu  $v(t)$  průběh pohybu autobusu, víš-li, že po dobu zrychlování a zpomalování se rychlost autobusu měnila lineárně s časem.
- Zjisti, jaká doba při jízdě mezi zastávkami uplynula a jak daleko jsou zastávky od sebe.

## SOUTĚŽE

- c) Urči průměrnou rychlost pohybu v případě, že dobu stání na křižovatce neuvažuješ, a průměrnou cestovní rychlost (včetně doby čekání u semaforu).

### FO55EF2: Cestování vlakem

Vlaková souprava vyjíždí z klidu z nástupiště tak, že po době 25 s dosáhne rychlosti 45 km/h a přitom zadní část soupravy právě opouští nástupiště a projíždí místem, kde před tím byla přední část lokomotivy. Ve stejnou chvíli lokomotiva vjíždí na most o délce 250 m a dále již jede rovnoměrným pohybem.

- Nakresli graficky závislost rychlosti na čase za prvních 25 s.
- Stanov délku vlaku.
- Jak dlouho projíždí vlak kolem člověka, stojícího v bezpečné vzdálenosti na začátku mostu?
- Jak dlouho přejíždí strojvedoucí sedící v kabině lokomotivy most?
- Jak dlouho přejíždí celá souprava po mostě?
- Když poslední vagon opustí most, začne vlak pomalu brzdit a za dobu 50 s se vlak zastaví. Jak dlouhou trasu ujel vlak mezi oběma zastávkami?

Ve všech případech předpokládej, že po dobu zrychlování a zpomalování se rychlost vlakové soupravy měnila s časem lineárně.

### FO55EF3: Skoro společná jízda autem

Dva automobilisté Pavel a Honza se rozhodli jet společně určitou trasu. Pavel jel nejprve povolenou rychlostí 90 km/h a potom čekal na Honzu na domluveném odpočívadle vzdáleném 30 km od místa startu. Honza se však kochal krajinou a jel celou cestu stálou rychlostí 45 km/h, přičemž na Pavla úplně zapomněl a pokračoval dále stálou rychlostí, aniž by na odpočívadle zastavil. Pavel se 5 min rozhodoval, zda počkat na odpočívadle, neboť očekával, že si Honza vzpomene a vrátí se. Když k tomu nedošlo, rozhodl se Honzu dohonit, ovšem silnice od odpočívadla vedla několika delšími, na sebe navazujícími obcemi se zvýšenou maximální povolenou rychlostí 60 km/h, kterou musel Pavel dodržovat.

- Za jakou dobu Pavel Honzu dojel od vyjetí z odpočívadla?
- Jakou dráhu ujeli oba automobilisté, než se znovu setkali?
- Jak dlouho jel Pavel a jak dlouho Honza od jejich společného startu, než se opět setkali?

**FO55EF4: Cestujeme s [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)**

Jeden nejmenovaný obchodní manažer v Hradci Králové se rozhodl, že se vydá o víkendu na odpočinkový výlet do Vrchlabí. Nevěděl však, jaký dopravní prostředek by měl použít. Vyhledal si proto na internetu stránku [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz), kde využil nabídky „Plánování a měření trasy“. Vžij se nyní do jeho role.

- a) Nejprve se rozhodneme pro osobní letadlo, které letí průměrnou rychlostí 180 km/h. Změř vzdálenost z letiště v Hradci Králové do letiště mezi Vrchlabím a Lánovem vzdušnou čarou (ruční měření) a vypočti, za jakou dobu tuto vzdálenost letadlem urazíš.
- b) Poté se rozhodneme pro osobní automobil. Zjisti, jakou vzdálenost z Velkého náměstí v Hradci Králové na náměstí T. G. Masaryka ve Vrchlabí urazíš, pojeděš-li autem nejkratší cestou. Zjisti také přibližnou dobu jízdy a vypočti průměrnou rychlost, kterou bys jel.
- c) Zjisti, jakou vzdálenost z Velkého náměstí v Hradci Králové na náměstí T. G. Masaryka ve Vrchlabí urazíš, pojeděš-li autem nejrychlejší cestou. Zjisti také přibližnou dobu jízdy a vypočti průměrnou rychlost, kterou bys jel.
- d) Nakonec však si vybereme jízdní kolo. Dáme přednost zdravému pohybu, a protože dbáme na bezpečnost, budeme se chtít vyhnout silnicím 1. třídy a dáme přednost cyklotrasám. Zjisti, jakou vzdálenost z Velkého náměstí v Hradci Králové na náměstí T. G. Masaryka ve Vrchlabí urazíš, pojeděš-li na kole. Zjisti také přibližnou dobu jízdy a vypočti průměrnou rychlost, kterou bys jel.

**FO55EF5: Trochu delší předjíždění**

Tahač s připojeným vlekem, na kterém je složený jeřáb, jede po silnici tak, že celková délka soupravy je 35 m (long vehicle) a pohybuje se rychlostí 45 km/h. Za soupravou jede stálou rychlostí 54 km/h kloubový autobus o celkové délce 18 m a řidič hodlá soupravu s jeřábem předjíždět. Když se přední část autobusu dostane do vzdálenosti 20 m za soupravu, vyjede do levého jízdního pruhu a postupně ji předjíždí. Předjíždění ukončí ve chvíli, když se vrátí do pravého jízdního pruhu tak, že zadní část autobusu je od přední části soupravy vzdálena 15 m.

- a) Vystříhnete si půdorys obou vozidel a modelujte si proces předjíždění. Nakreslete si vhodný náčrtek dané situace.
- b) Do tabulky запиšte, jakou dráhu ujede autobus a souprava od začátku předjíždění do těchto následujících okamžiků: přední část autobusu

## SOUTĚŽE

dojede k zadní části soupravy, přední část autobusu dojede k přední části soupravy, autobus se vrátí zpátky do jízdního pruhu a ukončí předjíždění.

- c) Jakou dobu trvá celé předjíždění?

### FO55EF6: Hodinové ručky

Elektrickým monočlánkem poháněné hodiny mají dvě ručky, minutovou a hodinovou. Uvedeme je do chodu v okamžiku, kdy ukazují přesně poledne, tj. 12:00, a ručky se překrývají. Délka minutové ručky je 15 cm, délka hodinové 9,0 cm.

- a) Jakou průměrnou rychlostí se pohybuje konec minutové ručky a hodinové ručky při jejich pohybu?  
b) Nejprve odhadni a poté vypočítej, kdy poprvé a podruhé nastane další případ, že se obě ručky budou překrývat.  
c) Kolikrát za půlden se okamžik, kdy se obě ručky překrývají, bude opakovat?

### FO55EF7: Cestou na sever

Představ si, že se ti podařilo dostat se takřka k severnímu zeměpisnému pólu. Čeká na tebe ještě poslední úsek, neboť ses dostal na místo udané souřadnicemi:  $89^\circ 45' 00''$  s. š.,  $0^\circ 00' 00''$  v. d. Slunce se nachází v místě nejvýše na obloze, a to přesně na jihu. Poloměr křivosti vodní hladiny (a ledu) v okolí pólu je  $6\,356\,750$  m.

- a) Odhadni, jak daleko je ještě k dosažení severního zeměpisného pólu.  
b) Můžeš k identifikaci severního zeměpisného pólu použít kompasu nebo busoly? Jak si pomůžeš?  
c) Odhadni rychlost, kterou se pohybuješ vzhledem k zemské ose díky rotaci Země kolem její osy.  
d) Jak velkou rychlostí se musíš pohybovat a kterým směrem, abys měl Slunce neustále jižním směrem?  
e) Když půjdeš směrem přesně k severu rychlostí  $3$  km/h, za jak dlouho se dostaneš k cíli? Co když však vyrazíš směrem severovýchodním? Kam se po nějaké době dostaneš?

### FO55EF8: Rychlobruslení

Při rychlobruslení dosahuje vrcholový sportovec o hmotnosti  $75$  kg (i s výbavou) průměrné rychlosti  $45$  km/h, součinitel smykového tření ocelových nožů (bruslů) o led je  $0,15$ , odporová síla působící při rychlosti  $v$  na sportovce střední postavy se dá vyjádřit vztahem  $F = kv^2$ , kde číselná hodnota odporového součinitele  $k$  je  $0,24$   $\text{Ns}^2/\text{m}^2$ .

- Jaká tíhová síla působí na sportovce a jakou tlakovou silou působí sportovec na led?
- Jak velká je třecí síla, která vzniká při jízdě sportovce po ledu?
- Jak velká je odporová síla, která působí na sportovce při jeho jízdě průměrnou rychlostí 45 km/h?
- Porovnej působící síly a vysvětli, které z těchto sil lze při popisu pohybu zanedbat.
- Jak velkou práci vykoná sportovec při jízdě na trase 1 500 m? Jaký je výkon sportovce?

### FO55EF9: Napouštění dřezu

Ve dřezu přibližně tvaru kvádrů o čtvercové podstavě s délkou hrany 40 cm leží dřevěné prkénko, jehož hustota je  $700 \text{ kg/m}^3$ . Rozměry prkénka tvaru kvádrů jsou: délka 20 cm, šířka 15 cm, tloušťka 1,5 cm. Protože maminka chtěla umýt nádobí, dřez zašpuntovala a nechala do něho napouštět vodu o hustotě  $1\,000 \text{ kg/m}^3$ .

- Kolik vody musí do dřezu přitéct, aby prkénko začalo právě plovat?
- Jestliže maminka otočila kohoutkem tak, že za 1 sekundu přiteče do dřezu 0,1 l, za jakou dobu začne prkénko plovat?
- Chvilí poté, co začalo plovat, odložila maminka na plovající prkénko doprostřed kovový nůž, jehož hmotnost je 150 g. Dojde k ponoření prkénka s nožem do vody tak, že se nůž namočí?

### FO55EF10: Na stavbě

Na stavbě vícepatrové budovy je jeřáb pro zvedání do větší výšky a vrátek, pomocí kterého se zvedá náklad jen do nižších pater. Jeřáb zvedá panel o hmotnosti 0,5 t do výšky 25 m rychlostí 40 cm/s. Účinnost motoru jeřábu je 60 %. Dělník pomocí vrátku vytahuje kolečko s maltou o celkové hmotnosti 80 kg do výšky 4 m po dobu 10 s.

- Jak se změní polohová energie panelu a kolečka s maltou při vytažení ze země do uvedené výšky? Jakou práci při tom vykoná motor jeřábu a vrátek?
- Zjistí výkon jeřábu a výkon vrátku při vytažení nákladu a porovnej je.
- Jaký musí být příkon motoru jeřábu?
- Jestliže se pohybová energie tělesa vypočte pomocí vztahu

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2,$$

kde  $m$  je hmotnost tělesa a  $v$  je jeho rychlost, zjisti, jakou rychlostí by dopadl panel a jakou rychlostí by dopadlo kolečko s maltou, kdyby

## SOUTĚŽE

došlo k přetržení ocelového tažného lana ve chvíli, kdy jsou tělesa vytažena nahoru a již se nepohybují. Odpor vzduchu při výpočtech zanedbej.

### FO55EF11: El Capitan

El Capitan je jednou z velmi známých skalních stěn, především mezi horolezci. Jedná se o 900 m vysokou stěnu v Yosemiteském údolí v kalifornském pohoří Sierra Nevada. Dlouhou dobu bylo vylezení stěny považováno za nemožné. Nakonec se to v roce 1958 povedlo. Od té doby se stěna stala vyhledávaným cílem horolezců. Jednou z horolezeckých disciplín je lezení na rychlost. V roce 2012 tuto skalní stěnu zdolali horolezci Hans Florine a Alex Honnold v čase 2 h 23 min 46 s.

- Jaká byla přibližně průměrná rychlost horolezců při lezení?
- O kolik se změnila polohová energie horolezce při vylezení skalní stěny, jestliže hmotnost horolezce odhadneme na 80 kg? Jakou práci horolezec vykonal?
- Porovnej výkon horolezce s výkonem jeřábu na stavbě, který zvedá panel o hmotnosti 500 kg do výšky 20 m rychlostí 0,3 m/s.
- Uřči příkon uvedeného jeřábu, jestliže účinnost jeho motoru je 60 %.

### FO55EF12: Jak ušetřit při ohřevu vody

Někteří lidé při ohřívání vody v rychlovarné konvici se nestarají, kolik vody v konvici je. Tak se stává, že kvůli ohřevu vody na jeden hrníček kávy či čaje se ohřívá mnohem více vody, než je potřeba. Vezměme v úvahu rychlovarnou konvici s příkonem 2 000 W. Do ní nalijeme nejprve 0,5 l vody o měrné tepelné kapacitě  $c = 4\,200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$  a teplotě  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  a podruhé 1,5 l vody o stejné teplotě. Vodu v obou případech chceme ohřát na teplotu  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ . Protože v prvním případě je v konvici více místa pro vznikající páru, voda se může více vypařovat a účinnost je jen asi 75 %. Ve druhém případě je účinnost přibližně 85 %.

- Vypočítej teplo, které je potřeba k ohřátí vody v obou případech. Který způsob ohřevu je pro nás výhodnější?
- Jak dlouho se bude voda ohřívát v prvním a ve druhém případě?
- Je-li konvice připojena do elektrické zásuvky, ve které je napětí mezi zdírkami 230 V, jaký proud protéká přívodními vodiči?

### FO55EF13: Jak ušetřit při ohřevu vody II

Ověř zprávu na internetu: „Lidé přeplnují varné konvice; ohříváním méně vody by se ušetřily miliardy.“ Detaily: Na uvaření 1 šálku kávy

o objemu 200 ml dáme vařit 280 ml vody teploty 15 °C, na dva šálky kávy o objemu  $2 \times 200$  ml dáme vařit 480 ml vody; rychlovarná konvice vypíná při teplotě 100 °C. Příkon konvice je 2,00 kW, tepelná účinnost celého zařízení 80 %. Předpokládejme, že každé ráno se uvaří k snídani v České republice 5 000 000 šálků kávy nebo čaje. Jaká by byla roční úspora v České republice, kdyby se dávalo vařit právě jen tolik vody, kolik opravdu je potřeba? Za 1 kWh elektrické práce se zaplatí 4,70 Kč. Počítej nejprve s verzí jednoho šálku, poté s dvěma šálky.

#### FO55EF14: Zbytečné svícení

Při odjezdu na rodinnou dovolenou k moři zapomněl syn ve svém pokoji vypnout lampu, ve které byla žárovka o příkonu 60 W. Lampa tak zbytečně svítila během celé dovolené, tedy od 16. hodiny nedělní do další neděle až do 20.00 hod. Když to tatínek po příjezdu zjistil, nebyl moc nadšený a rozhodl se, že syna potrestá.

- Dnešní cena elektrické práce je asi 4,70 Kč za 1 kWh. Jaká byla „zbytečná elektrická práce“ v kWh a v joulech?
- Kolik korun by měl otec synovi strhnout z kapesného, aby částka odpovídala ceně za svícení?
- Otec se však rozhodl, že syna potrestá tak, že si „ztracenou práci“ odpracuje a bude nakládat hlinu na vůz, tj. házet hlinu do výšky 1,5 m. Kolik kilogramů hlíny musí syn přeházet ze země na vůz, aby vykonal stejnou práci?
- I tento trest se otci nezdál, a proto vymyslel jiný. Nechal syna vypočítat, z jaké výšky musí dopadat voda na turbínu ve vodní elektrárně, jestliže průtok vody je  $0,01 \text{ m}^3/\text{s}$ , výkon elektrárny má být právě 60 W a účinnost elektrárny je neuvěřitelných 100 %. K jakému správnému výsledku se syn měl dopočítat?

#### FO55EF15: Fotovoltaická elektrárna

Jako houby po dešti se v České republice objevily fotovoltaické (nesprávně sluneční či solární) elektrárny. Na hranici atmosféry dopadá sluneční záření, jehož výkon na  $1 \text{ m}^2$  je 1 370 W. Na povrch Země se však v našich zeměpisných šířkách dostane v letním poledni záření, jehož výkon na  $1 \text{ m}^2$  je asi 1 000 W, při souvisle zataženém obloze se jedná asi o 100 W a v zimním poledni maximálně 300 W. Z toho při dobrém pohlcení slunečního záření dokážeme využít jen asi 17 %.

- Pokus se stanovit, jaká by musela být plocha panelů, aby jejich výkon v pravé poledne byl přibližně stejný, jako je elektrický výkon tepelné



- elektrárny v Opatovicích nad Labem. Potřebné údaje si vyhledej.
- Jaká by musela být plocha kolektorů umístěných na střeše rodinného domu, aby v pravé poledne za jasného letního dne maminka mohla vařit na sporáku, jehož příkon je 8 kW?
  - Výroba elektřiny pomocí fotovoltaických elektráren je dotovaná, výkupní cena pro elektrárny postavené do roku 2009 je asi 12 Kč za 1 kWh. Jaký je průměrný roční výkon malé elektrárny na střeše domu, jestliže majitel vydělal za rok 12 500 Kč a plocha panelů je 10 m<sup>2</sup>? Daně ani údržbu elektrárny při výpočtu neber v úvahu. Jakou celkovou elektrickou práci elektrárna vykonala?
  - Jedna z největších českých fotovoltaických elektráren je elektrárna Vepřek u obce Nová Ves v okrese Mělník. Podívej se na ni například pomocí GoogleEarth nebo stránek s leteckým pohledem [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz) a zjisti, jaká plocha orné půdy byla zastavěna.

#### FO55EF16: Auto s elektromotorem

V dnešní době si někteří nekupují auto na benzín, plyn, či naftu, ale pořizují si tzv. elektromobil, s kterým nejezdí k benzince, ale nabíjejí si ho doma. Historie těchto vozů je delší více než 100 let. Své využití také našly ve veřejné dopravě. Například po Ostravě jezdí elektrobus.

- Jakou průměrnou silou motor elektrobus pohání, je-li spotřeba asi 1,5 kWh/km a zanedbáme-li ztráty? Dojezd vozu po rovině je v průměru 140 kilometrů. Jakou průměrnou práci vykoná motor při ujetí maximální vzdálenosti?
- Je-li trvalý výkon elektromotoru 120 kW, za jakou dobu urazí vůz dojezdovou vzdálenost? Jakou průměrnou rychlostí přitom pojede? Jakou vzdálenost urazí elektrobus touto rychlostí za 1 hodinu? Jaká bude při tom spotřeba?
- Celková kapacita baterie vozu je 300 Ah. Akumulátor vozu je možné dobít ze sítě o napětí 380 V za přibližně 8 hodin při proudu 37,5 A, nebo například rychlonabíjením za asi 4 hodiny při proudu 75 A. V obou případech urči odpor nabíjecího obvodu s baterií.
- Elektrobus na rozdíl od tramvají, trolejbusů či některých vlaků nepotřebuje při jízdě kontakt s elektrickým vedením. Proč je nebezpečné vylézat na trolejbusové, vlakové či tramvajové sloupky, nebo na železniční vagóny na nádražích, kde je trať elektrifikovaná? Zjisti také, o jaké napětí se v uvedených vedeních jedná.

**FO55EF17: Rozhledna a vysílač na Pradědu**

Jestliže se pomocí stránek [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz) podíváme na letecké snímky okolí Pradědu, zjistíme, že v době vytváření leteckého snímku byla délka stínu vysílače 180 m. Celková výška vysílače je 162 m.

- Pod jakým úhlem dopadalo sluneční světlo na zem v uvedenou dobu, budeme-li pro jednoduchost uvažovat, že okolí rozhledny je vodorovný povrch? Mohlo se jednat o den v zimě?
- Jak dlouhý by byl tvůj stín, kdybys v době fotografování stál vedle rozhledny?
- Rychlost dopadu tělesa na zem z určité výšky lze při zanedbání odporu vzduchu určit pomocí vztahu

$$v = \sqrt{2hg},$$

kde  $h$  je výška, z které těleso padalo. Jakou rychlostí by dopadla padesátikoruna na zem, kdyby vypadla z kapsy návštěvníka podobné rozhledny ve výšce 50 m nad zemí? Odpor vzduchu zanedbej. Může dojít k ohrožení něčího života?

**FO55EF18: Laboratorní práce: Chladnutí vody**

*Úkol:*

Jestliže naliješ ohřátou vodu do chladného hrníčku, nastane tepelná výměna mezi vodou a hrníčkem a zároveň i okolním prostředím. V případě, že máš tzv. „hrnek Magic“, který mění barvu v závislosti na teplotě, můžeš částečně tuto tepelnou výměnu pozorovat. My se však zaměříme v experimentální práci na obyčejné hrníčky z domácnosti. Tvým úkolem bude zjistit, jak se mění teplota ohřáté vody v závislosti na čase a na vlastnostech nádoby.

*Pomůcky:*

Rychlovarná konvice nebo jiný vařič na ohřev vody, 3 podobné hrníčky přibližně o stejném objemu z různého materiálu (plechový, plastový a skleněný či porcelánový), 3 teploměry, kousek alobalu, stopky, stojan.

*Postup:*

- Pod dozorem vyučujícího ohřej vodu v rychlovarné konvici na co největší teplotu a poté nalij asi 200 ml do každého hrníčku. Zároveň do hrníčků umísti teploměry. Optimální je využít stojan, abys teploměry nemusel držet. Vodu nemíchej, urychloval bys vychládání. Změř teplotu vody v jednotlivých hrníčcích a poté prováděj stejné měření vždy po uplynutí 3 minut. Měř asi půl hodiny.

## SOUTĚŽE

- b) Naměřené hodnoty zapiš přehledně do tabulky a následně sestroj grafy závislosti teploty vody na čase v jednotlivých hrnících. V kterém případě voda vychladla nejvíce a v kterém nejméně?
- c) Zkus vyhledat na internetu či v tabulkách tepelnou vodivost pro materiály, ze kterých jsou hrníčky vyrobené. Shoduje se, že nejvíce vychladla voda v hrníčku, který je z materiálu s největší tepelnou vodivostí?
- d) Zopakuj celé měření (postup 1 až 3), ale na hrníčky po nalití vody nyní polož z vrchu alobal. Jak se změní výsledky?

První měření:

Měření číslo	Teplota vody $t_1$ (°C) v 1. hrníčku	Teplota vody $t_2$ (°C) v 2. hrníčku	Teplota vody $t_3$ (°C) v 3. hrníčku
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Pro druhé měření vytvoř obdobnou tabulku.

*Závěr:*

Do závěru napiš zjištěné výsledky měření. V kterém případě voda vychládala nejrychleji, v kterém nejpomaleji? Jak se změnil výsledek, jestliže na hrníčky byla dána „alobalová poklička“? Shodují se naměřené údaje s teorií, že nejrychleji vychladne voda v hrníčku, který je z materiálu s největší tepelnou vodivostí?