

Poznámky k protokolům 1

ČVUT FEL, katedra fyziky, laboratoře, doplňkový text

Autor: Ing. Martin Žáček, Ph.D., zacekm@fel.cvut.cz

Semestr: zimní 2021/22

Úvod

Tento soubor obsahuje vybrané obecnější poznámky k prvním protokolům v laboratořích. Minulý semestr výuka probíhala v distančním koronavirovém režimu a studenti dostali opravené protokoly ve společném adresáři v Moodle, takže se mohli dívat i na opravené práce svých kolegů. Tento semestr toto však nelze provést, neboť se úlohy měřily v různém pořadí podle rozdělení do laboratorních skupin a první protokol tudíž není jednotný a nebylo by tak možné zajistit stejné podmínky pro všechny. Tento soubor toto částečně řeší, najdete v něm všechny obecnější připomínky, i když jste danou chybu sami neudělali. Neznamená to nutně, že daný jev ovládáte, může jít o shodu okolností, kdy daná úloha tuto část nevyžadovala (nějaký specifický způsob zpracování, porovnání s tabulkovými hodnotami apod.) K některým poznámkám jsem dopsal i kontext, pokud by nebylo poznat, k čemu se vztahují. Někteří si ho možná sami poznáte.

Jak s tímto dokumentem pracovat

- Přečtěte si dokument *Požadavky na laboratorní protokoly*, najdete v Moodle. Má pouhé tři stránky, každý si jej může přečíst a jeho neznalost nebude v druhém protokolu tolerována.
- Po sepsání příslušné sekce druhého protokolu, kdy si vše budete dobře pamatovat, protože jste nad tvorbou přemýšleli, se podívejte do Vašeho opraveného prvního protokolu do téže sekce, jestli jste neudělali tutéž chybu znovu. Ve svém zájmu, opakované chyby budou hodnoceny nejpřísněji.
- Poté se podívejte do téže sekce v tomto dokumentu a přečtěte si připomínky k pracem kolegů. Dost možná tam najdete poznámku užitečnou pro Vás.

Nejobecnější připomínky jsou v rámečcích, konkrétnější poznámky jako volný text, vztahující se spíše přímo k danému textu. Někdy je nutno si kontext trochu domyslet. V některých poznámkách jsem se i rozepsal a mají charakter téměř jako odstavce v učebnici.

Formální stránka protokolu

Razítko musí být na první stránce dole. Zde tolik nevádí avšak v papírové verzi protokolu by bylo důležité kvůli snadnému vyhledávání.

Přidat první stránku s razítkem. V elektronické verzi dokumentu sice není tak důležité ale v papírové verzi usnadňuje vyhledávání.

Úkol měření

Uvádění úkolu měření:

Úkol měření není totožný s úkolem uvedeným v návodu. Doslovně uvést tak, jak je v návodu. Splnění úkolu je posuzováno podle úkolu uváděného v oficiálním návodu na serveru Planck, nikoliv zde.

Uvádění úkolu měření:

Vaše varianta úkolu není špatně. Striktně však doporučuji uvést doslovně úkol tak, jak je v úvodu. Tím budete mít jistotu, že nic neopomenete. Splnění úkolu je posuzováno podle úkolu uváděného v oficiálním návodu, nikoliv zde.

Teoretický úvod, postup

Obsáhlý postup měření netřeba uvádět. Je v návodu a slouží pro studenty.

Teoretický rozbor co nejstručnější. Měl by spíše sloužit pro referenci pro postupy zde než jako učebnice pro čtenáře protokolu. Podrobnosti jsou již v návodu.

Seznam přístrojů

Nejistota je ale jiná hodnota, $\frac{1 \text{ mm}}{\sqrt{12}}$. Kontext: záměna pojmu *rozlišení* (v čitateli) a *nejistota* (odhadovaný parametr statistického rozdělení).

Nutno uvést dílkování, pro určení nejistoty typu B.

Nutno u každého z přístrojů sloužících k měření uvést údaje potřebné ke stanovení nejistoty typu B (dílkování, třídu přesnosti, typ, ...).

Použité přístroje je pro čtenáře přehlednější a i pro Vás možná jednodušší uvést tabelárně.

Seznam přístrojů:

- ultrazvukový přijímač,
- kontrolér, *
- světelná závora,
- ...

* Kontrolér slouží k měření f a má známy parametry relevantní k určení nejistoty u_f . Je to měřicí přístroj jako jiné, u nichž je to zřejmé, například jako posuvné měřítko nebo voltmetr.

Obrázky

Obrázkům (bitmapovým) doporučuji se vyhnout, pokud to jde a to z praktických důvodů: mám za semestr desítky protokolů, řádově spíš stovka a celková velikost narůstá, i když jednotlivé soubory jsou malé. Jednoduché schema s omezenými barvami je ještě OK, pokud Váš generátor PDF zvolí rozumnou kompresi. U vlastních obrázků preferuji vložit do dokumentu vektorovou grafiku. Toto schema je v pořádku, Váš soubor je i s ním přijatelně malý. A ne vždy je k dispozici schema ve vektorovém formátu. Píšu spíše obecně. Vaše schema bych i pochválil, pro přehlednost, srozumitelnost a čitelnost.

Uvádění veličin

Uvádění veličin:

Hodnoty v mezivýpočtech neuvádět na mnoho platných míst. Z povahy měření lze odhadnout, které cifry ještě nesou užitečnou informaci a které již jsou zbytečné, přestože se s nimi v mezivýpočtech počítá.

Je lépe opakující se exponent dát k jednotce a v datové části tabulky uvádět pouze mantisu. Je to mnohem přehlednější, obzvláště volíte-li zaokrouhlení jen na ta platná místa, která nesou užitečnou informaci.

Uvádění veličin:

Každou číselnou hodnotu, pokud není bezrozměrná, uvádět s jednotkou. Bez jednotky nemá výraz smysl a nelze jej použít. Z kontextu je možno se někdy jednotky dopátrat ale nikoliv jednoznačně a je to zdroj chyb.

Uvádění veličin:

Hodnoty v mezivýpočtech neuvádět na mnoho platných míst. Z povahy měření lze odhadnout, které cifry ještě nesou užitečnou informaci a které již jsou zbytečné, přestože se s nimi v mezivýpočtech počítá.

Obojí vyřešíte tak, že číselné údaje ze serveru Planck nezkopírujete jako obrázek ale přepíšete do typograficky i věcně (jednotky, zaokrouhlení) přijatelného formátu.

U nejistot, které nakonec uvedete na 2 platná místa, stačí bohatě, vzhledem k zaokrouhlovacím chybám, dosazovat na 4 platná místa. Výpočet můžete provést bez zaokrouhlení, avšak 4. a další platné místo již nenese prakticky žádnou informaci a ani neovlivní (zaokrouhlený) výsledek.

Napadlo mě také, zda nezaměňujete platná a desetinná místa. Podle desetinných míst se nelze řídit, neboť jejich počet závisí na volbě jednotky. Počet platných míst nezávisí.

Zápis výsledku s nejistotou:

Nejistoty zaokrouhlit na 2 platná místa. Hodnoty zaokrouhlit tak, aby nejméně významné platné místo bylo téhož řádu jako u nejistoty. Například

$$g = (9,817 \pm 0.044) \text{ m s}^{-2}.$$

Zápis výsledku s nejistotou:

Nejistoty zaokrouhlit na 2 platná místa. Nuly vpravo jsou také platná místa.

$$((2.341 \pm 0.018) \cdot 10^{-5}) \text{ K}$$

Zde lze jednu závorku vynechat, výraz z exponentem lze chápat jako součást jednotky, nikoliv číselné části veličiny. Například „ 10^{-3} “ lze chápat jako ekvivalent „m“ ve významu „mili-“. Pak výrazy „mK“ a „ 10^{-3} K“ jsou ekvivalenty téže jednotky.

Také lze člen s exponentem chápat jako součást číselné části údaje. I pak lze vnější závorku vynechat.

Nejistoty

- **Odchyłka:** rozdíl mezi tabulkovou hodnotou a naměřenou hodnotou¹.
- **Nejistota:** statistický parametr, míra rozptylu při opakování měření.
- **Chyba:** rozdíl mezi naměřenou a skutečnou hodnotou².

¹ V kontextu zde, jinak také rozdíl naměřené hodnoty od průměru apod.

² Tento údaj slouží pro teoretické úvahy, reálně jej nikdy nemůžeme zjistit.

Chybu měření nikdy neznáte. Její pravděpodobnou hodnotu odhaduje nejistota měření. Vliv náhodných chyb snižujete opakováním měření a průměrováním. Což jste ale zde udělali. Pokud máte na mysli systematickou chybu, to by bylo něco jiného. Některé systematické chyby je možné zjistit a dokonce je odstranit výpočtem. Jiné mohou zůstat neznámé.

Nejistota je $\pm 2.06 \cdot 10^{-9}$ m.

Nejistota je s kladným znaménkem. Je to hodnota, pro kterou platí, že

$$|\bar{x} - x| < u$$

přibližně v 68 %¹, kde \bar{x} je výsledek měření a x je skutečná hodnota. Je to tedy statistický parametr odhadující jiný parametr (neznámého) statistického rozdělení. \pm se píše až do (číselného) výsledku s hodnotou i nejistotou, jako $\bar{x} \pm u$.

¹Za předpokladu normálního rozdělení, pro jiná rozdělení platí jiné hodnoty.

Nepřesnost měření frekvence: $x_f = 2$ Hz.
rozlišení

Přesněji, Váš údaj odpovídá rozlišení, nejistota je

$$u_f = \frac{2 \text{ Hz}}{\sqrt{12}}.$$

Ovšem do nejistot jsem zahrnul všechny nejistoty měřících přístrojů a aproximační metody, tudíž jistá nejistota měření nám vznikla.

Ta vznikne vždy. Neexistuje měření bez nejistoty.

Nejistoty typu B

Nejistoty typu B je potřeba spočítat a uvést i v případě, kdy se rozhodnete je zanedbat oproti nejistotám typu A, jelikož jejich hodnota je pro toto rozhodnutí podkladem. Pro výpočty je také potřeba uvádět příklady s numerickým dosazením.

U digitálního multimetru je nutno udat dva údaje k nejistotě typu B. Stačí ale uvést typ přístroje. Třída přesnosti jako jeden údaj stačí uvést u analogového (ručkového) MP.

Nejsou zde výsledné nejistoty typu B pro jednotlivé vstupní veličiny, jen obecný vzorec, ani není uvedeno, jak bylo s nejistotami typu B nakládáno, mám podezření, že nebyly vůbec započteny a ani nebylo okomentováno proč.

Postup zpracování

Trochu lepší postup by byl dosadit do formuláře nástroje Vaši nejistotu typu B. Výhodou je, že bude stejná, totiž $u = 1 \text{ mm}/\sqrt{12}$. Tak bude ve Vašem výsledku započítána i nejistota typu B. Nyní máte pouze nejistotu typu A a v některých případech, i když výjimečně (kvůli například zaokrouhlování) může vést Váš postup k chybné hodnotě nejistoty. Můžete si oba postupy zkusit a porovnat rozdíl pro Vaše hodnoty.

Tabulky

Chválím excelentní tabulky. Vypadá to, že čtete dokumenty Požadavky na laboratorní protokoly a FAQ a mám tak zpětnou vazbu, že vynaložený čas má aspoň pro některé studenty smysl.

Je lépe opakovat se exponent dává k jednotce a v datové části tabulky uvádět pouze mantisu. Je to mnohem přehlednější.

Je lépe opakovat se exponent dává k jednotce a v datové části tabulky uvádět pouze mantisu. Je to mnohem přehlednější.

Lze zvolit vhodnější jednotku, například mV a data zaokrouhlit na vhodný počet platných míst.

Trochu lépe dát do hlavičky např. $\frac{B}{T \cdot 10^{-3}}$ a pak psát do tabulky například jen 7.34, 9.14, 1.29 apod.

Graf

Graf v pořádku, ještě lze vylepšit zaškrtnutím vykreslení mřížky, pro snadnější odečítání hodnot. Ve vědeckém a technickém publikování to je (nepřísaný ale dost možná i psaný) standard.

V grafu je nutno vykreslit naměřené hodnoty. Prokládací křivka je vždy interpolační, prochází mezi body a zohledňuje náhodný rozptyl naměřených bodů od teoretického průběhu nebo od statistického modelu.

Tabulková hodnota

Vypadá to na první pohled paradoxně ale neshody s tabulkovou hodnotou spíše dosáhnete při větší přesnosti, tedy při menší nejistotě a tedy při větším počtu měření. To proto, že příliš velké náhodné chyby zakrývají odhalení systematické chyby. U přesnějšího měření je odhalíte (jako tu neshodu).

Z proložení přímkou jsme získali směrnici $a_1 = 109.1 \pm 1.8$. Teoretická hodnota f pro $c = 113.38 \pm 0.06$. Naměřená hodnota tedy vyšla přibližně o 3.7 % nižší.

Chybí závěr, zda naměřené hodnoty odpovídají teoretickým. Vaše relativní nejistota je

$$u_{\text{rel}} = \frac{1.87}{109.14} = 0.017 = 1.7 \%,$$

kdežto odchylka od směrnice Vám vyšla $\Delta = 3.7 \%$.

Jelikož porovnáním platí

$$u_{\text{rel}} < \Delta,$$

znamena Váš výsledek neshodu. To proto, že tabulková hodnota (resp. směrnice odvozená od tabulkové hodnoty) neleží v intervalu Vašeho výsledku vymezeného nejistotami. Neshoda se však týká pouze jednoho parametru modelu, nikoliv modelu obecně. Viz poznámka na další stránce.

Z grafu je ale patrné že předpokládaná lineární závislost se pro naše nízké rychlosti potvrdila.

Ve skutečnosti nepotvrdila. A návod toto po Vás ani nepožaduje. Postupem podle návodu nehodnotíte, jestli je lineární model správný (ve smyslu odpovídající datům). Ve skutečnosti, za předpokladu lineárního modelu, testujete shodu jednoho jeho parametru.

Testování modelů (či obecněji statistických hypotéz) je však celá obsáhlá oblast statistiky (dotýkající se dnes *Machine learning* a *Deep learning*), která podstatně přesahuje rozsah laboratoří v předmětu fyzika. Uvedme jen velmi zhruba, že správnost modelu můžete zjistit bez matematického aparátu tak, že graf vykreslíte spolu s chybovými intervaly a pokud $\geq 68 \%$ hodnot odhadovaných modelem (zde přímkou) bude ležet v chybovém intervalu, je model správný.

Protože studujete na uziverzitě a měli bychom Vám ke každému tvrzení sdělovat odůvodnění či důkaz, naznačme pouze, že matematicky se shoda modelu s daty zjistí z hodnoty χ^2 . Pro tuto složenou náhodnou veličinu (protože je funkcí Vašich naměřených hodnot) platí jisté statistické rozdělení se střední hodnotou a rozptylem a lze testovat, podobně jako u naměřených hodnot, zda je její hodnota v intervalu nejistot. Model bereme za dobrý, pokud hodnota χ^2/ν leží (v jistém smyslu vzhledem k její nejistotě) blízko jedničky. Pokud by Vás zajímaly detaily, obraťte se na mě v laboratořích nebo e-mailem.

Naměřená hodnota se liší od tabulkové, což indikuje přítomnost systematické chyby.

Liší se vždy¹, protože chybě měření se nelze v principu nikdy vyhnout.² Tato formulace tedy nenese žádnou informaci. Lépe:

„Naměřená hodnota se neshoduje s tabulkovou“.

¹ Pokud by shodou okolností nedošlo k zaokrouhlení na týž hodnotu v rámci uváděných cifer.

² V klasické teorii měření. V kvantové teorii je každá naměřená hodnota mikroskopické proměnné správná.

Jak určit (ne)shodu s tabulkovou hodnotou:

Relativní nejistota je $u_{\text{rel}} = \frac{u_x}{|\bar{x}|}$, kde \bar{x} je (výsledná) naměřená hodnota.

Relativní odchylka naměřené hodnoty od tabulkové je $\Delta = \frac{|x_{\text{tab}} - \bar{x}|}{|x_{\text{tab}}|}$.

Pak

- $u_{\text{rel}} < \Delta$ znamená neshodu,
- $u_{\text{rel}} \geq \Delta$ znamená shodu.

Závěr, zhodnocení

Shoda s tabulkovou hodnotou:

V protokolu o měření se vyhněte vágním či subjektivním formulacím, vše musí být exaktní. Tabulková hodnota buď leží v chybovém intervalu naměřené hodnoty, nebo neleží. To odpovídá shodě měření s tabulkovou hodnotou nebo neshodě. Jsou pouze tyto dvě možnosti, které od sebe odlišíme vzájemným porovnáváním čísel. Pro subjektivní soud není prostor, shodu či neshodu lze určit jednoznačně.

Shoda s tabulkovou hodnotou:

V závěru uvést, pokud je to vyžadováno v úkolu měření, porovnání naměřených hodnot s tabulkovými. Tabulková hodnota buď leží v chybovém intervalu naměřené hodnoty, nebo neleží. To odpovídá shodě měření s tabulkovou hodnotou nebo neshodě. Závěr je tedy exaktní, jsou pouze tyto dvě možnosti, které od sebe odlišíme vzájemným porovnáním čísel.

Procentuální odchylka naměřené hodnoty od tabulkové ještě nevypovídá o shodě nebo neshodě, neboť není porovnána s nejistotou.

Chybí zhodnocení z hlediska chyb. Například je možné se zamyslet nad otázkou, která ze vstupujících měřených veličin se podílí na výsledné nejistotě nejvíce. To lze zjistit porovnáním nejistot typu B a to vždy, pokud neměříte přímo jednu veličinu. Taktéž je možné se vždy zamyslet nad možnými systematickými chybami. I když uvedete větu *Systematické chyby nám nejsou známy*, tento bod splníte. Čtenář vidí, že jste ho nevynechali.

shoduje/neshoduje *) s tabulkovou hodnotou

*) vyberete co platí

„Tabulková hodnota neleží v chybovém intervalu“nebo nejlépe, protože stručně a jednoznačně jako „Naměřená hodnota se neshoduje s tabulkovou“.

Shoda s tabulkovou hodnotou v. přesnost měření:

Dojde-li k neshodě naměřené hodnoty s hodnotou tabulkovou, neznamená to, že měření bylo nepřesné. Paradoxně dojde ke shodě spíše při větší nejistotě, tedy při méně přesném měření. Měření bývá kromě náhodných chyb zatíženo navíc ještě systematickou chybou, jejíž původ často není znám a tedy není možné ani stanovit její odhad. Bude-li nejistota měření větší než systematická chyba, dojde spíše ke shodě naměřené hodnoty s tabulkovou.

Bylo by potřeba odůvodnit, jak jste zapracovala nejistoty typu B. U vašeho zpracování je lépe zapracovat nejistoty času a proto mít na svislé ose čas, kdežto vzdálenost, kterou neodečítáte ale nastavujete s větší přesností (odpadá například problém kde je počátek ozvěny), vynášet na vodorovnou osu a použít bez nejistot typu B. Navíc pak můžete dostat informaci, zda je použitý lineární model správný. Buď z vnesených intervalů nejistot v grafu nebo (a lépe) z výsledné hodnoty χ^2/ν . To by ovšem bylo nad rámec požadavků z laboratoří ve fyzice a nemáte zatím potřebný statistický aparát.

Chybí zhodnocení z hlediska chyb. Například je možné se zamyslet nad otázkou, která ze vstupujících měřených veličin se podílí na výsledné nejistotě nejvíce. To lze zjistit porovnáním nejistot typu B a to vždy, pokud neměříte jedinou veličinu přímo.

Také je možné se vždy zamyslet nad možnými systematickými chybami. I když uvedete větu *Systematické chyby nám nejsou známy*, tento bod splníte. Čtenář vidí, že jste ho nevynechala.

Do závěru již nepsat žádné mezivýpočty, závěr by měl obsahovat již jen odpověď na úkol měření a to co možná nejstručnější a zhodnocení měření, zejména z hlediska možných chyb. Vám například chybí jednoznačný závěr o (ne)shodě naměřené a tabulkové hodnoty.

Literatura

V literatuře nutno uvést vše, co jste při zpracování použil. Tedy i návod k měření pro danou úlohu.

Citovat pouze URL nestačí, je potřeba i název dokumentu, ještě lépe autora, datum stažení apod. Viz například <https://vydavatelstvi.vscht.cz/citator>.

Citovat je potřeba název dokumentu autora, rok vydání, datum stažení a URL apod. Viz například <https://vydavatelstvi.vscht.cz/citator>.

Literatura

V literatuře nutno uvést vše, co jste při zpracování použil. Tedy i návod k měření pro danou úlohu, kterou musí použít každý. Bez něj neznáte ani úkol měření.

Zde oceňuji příkladnou citaci literatury.

Typografie

K typografii:

Hranaté závorky používat pouze pro rozměr. Jednotky u číselných hodnot sázíme stojatě, například 25 m, jednotky v tabulkách či grafech sázíme do kulatých závorek, například x (mm) nebo ve tvaru zlomku, například v popisu grafu $\rightarrow \frac{x}{\text{mm}}$.

K typografii:

Pro součin nepoužívat asterisk, to je operace součinu užívaná v programovacích jazycích, v matematice pro konvoluci. V tištěném textu se pro součin používají znaky \cdot a \times .

K typografii:

Kurzívou psát zástupné symboly, vše ostatní (čísla a jednotky, konstantní symboly, názvy konkrétních funkcí, ...) psát stojatým písmem.

Veličiny sázet kurzívou.

Podrobněji také FAQ ve Vašem Moodle, kde je odkaz na zdroj s ještě podrobnějším odůvodněním.

Jednotky sázet stojatým písmem.

Správně I_{ef} , „ef“ je také konstantní symbol.

Vyznačené indexy jsou konstantní výrazy, mají být tedy také stojatým písmem.

$\exp()$ je název konkrétní funkce, kdežto $f(x)$, $g(x)$ apod. jsou obecné funkce, za níž lze dosadit funkci konkrétní.

Závorky psát lépe jako $\left(\frac{abc}{def}\right)$, pomocí příkazů v TeX-u `left(` a `right)`, velikosti se (většinou) upraví podle výrazu.

K typografii:

Kurzívou psát zástupné symboly, vše ostatní (čísla, jednotky, konstantní symboly, názvy konkrétních funkcí, ...) psát stojatým písmem. Například

- f je ohnisková vzdálenost, zastupuje údaj, např. 25 cm,
- $f(x)$ je obecná funkce, zastupuje konkrétní funkci, např. $\sin x$,
- cm jsou centimetry, konkrétní údaj, za něj již nelze nic dosadit.

K typografii:

Mezi číslem a jednotkou se píše (nezalomitelná) mezera. Například

$$f = 39\,062 \text{ Hz.}$$

K typografii:

Počítačový formát desítkového exponentu změnit na tvar obvyklý v tištěném textu, například

$$5 \cdot 10^{-5}.$$

K typografii:

Znak procenta % se odděluje od čísla mezerou, stejně jako jednotka. Pravidla připouští i variantu bez mezery avšak v jiném významu.

10 %	<i>deset procent</i>
10%	<i>desetiprocentní</i>

Anglosasky je možné psát také „mmK⁻¹“ (malá mezera v T_EXu). Mám v oblibě, dlouhé jednotky se o dost zkrátí. Zas je ale větší riziko omylu. „m s“ a „ms“ například jsou různé jednotky.

Obzvláště oceňuji stojaté μ ve významu mikro, zapsané v T_EXu.

Obzvláště oceňuji správný znak $^{\circ}$ v T_EXu pro stupeň celsia, místo nesprávného $^{\circ}$.

Oceňuji správný znak $^{\circ}$ pro stupeň celsia, nikoliv $^{\circ}$. To je ne ve všech textech psaných v T_EXu správně. Nenechal jste se zmást ani návodem k úloze.

$$5.36 \cdot 10^{-7} \underline{m} \quad \lambda = \frac{d \sin \varphi_m}{\underline{m}} \quad \text{Každé je něco úplně jiného.}$$

Zde se mi hodí pro vysvětlení důvodu pro rozlišování druhu sazby Vaše označení m pro řád interference. Ten by se totiž pletl s metry sázenými také italikou. Programátorským jazykem by se řeklo, že veličiny i jednotky jsou každé z jiného prostoru jmen, proto se vzájemně nepletou, musí se ovšem sázet jiným fontem. Programujete-li v C/C++, je to totéž jako prostor jmen pro tagy a pro objekty (proměnné, funcce, ...). Tam se to ovšem rozliší striktní syntaxí, což v přirozeném jazyce nelze. V tištěném textu lze mezerami a typem písma. $3m$ a $3 m$ je každé něco jiného.

Závěrečné hodnocení

Protokoly 1 jsem hodnotil velice mírně, v podstatě jsem toleroval řadu chyb, pokud bylo zjevné, že studenti četli můj dokument *Požadavky na laboratorní protokoly* a *FAQ* a snažili se maximum zpracovat do výtvorů svých. Snižoval jsem bodové hodnocení pouze pokud se zdálo, že práci nebyla věnována dostatečná péče a vynaložený čas. Což ale zpravidla korelovalo s počtem chyb. Většinou jsem strhával 1 bod a jen výjimečně, u hodně špatných protokolů, bodů více. Úlohy byly zpracovány víceméně dobře, včetně započtení nejistot typu B a zpracování závěru. Byla zde již vidět průprava z laboratoří fyziky 1, ač její výuka probíhala distančně. Taktéž bylo zřejmé, že studenti reflektovali změnu pravidel členění protokolu od minulého semestru. Za katedru fyziky se tímto omlouvám a ujišťuji, že k takovému kroku dochází ne častěji než jednou za deset let. Na protokol vepsaný do šablony dokumentu z minulého semestru jsem nenarazil ani jednou.

Na závěr uvádím pro inspiraci tři nejlepší hodnocení, která jsem studentům tento semestr psal a přeji, ať se druhé protokoly daří. I sobě, protože protokoly s chybami stojí mnohem větší námahu opravovat.

Martin Žáček

Závěrečné hodnocení:

Úkol byl splněn, data zpracovány správným postupem a protokol vypracován s příkladnou pečlivostí. Nenašel jsem nic, co by stálo za opravu či doplnění.

Hodnotím **10 body**.

Závěrečné hodnocení:

Úkol byl splněn, data zpracovány správným postupem a protokol byl zpracován s příkladnou pečlivostí. Nenašel jsem nic, co by stálo za opravu či doplnění. Poznámky jsou spíše bonus navíc a mají motivovat k dalšímu zlepšování.

Hodnotím **10 body**.

Závěrečné hodnocení:

Úkol byl splněn, data zpracovány správným postupem a protokol byl zpracován s příkladnou pečlivostí. Opravujícího potěšilo mnoho rysů textu, představující vysoký nadstandard vzhledem k tomu, co po studentech požadujeme. Například pečlivé uvádění literatury, jak co do úplnosti tak i do bibliografické správnosti. Rovněž kladně hodnotím zpracování grafů, včetně vyznačených nejistot.

Hodnotím **10 body**.