

Úvod do praktické fyziky NOFY055

Jakub Čížek – katedra fyziky nízkých teplot

Tel: 221 912 788

`jakub.cizek@mff.cuni.cz`

<http://physics.mff.cuni.cz/kfnt/vyuka/upf/index.html>



Úvod do praktické fyziky NOFY055

Úvod do praktické fyziky NOFY055

zimní semestr 2024/2025

<http://physics.mff.cuni.cz/kfnt/vyuka/upf/index.html>

On-line materiály pro jednotlivé paralelky naleznete kliknutím na odkaz v tabulce níže.

vyučující	paralelka	čas, učebna	materiály
prof. Mgr. Jakub Čížek, Ph.D. jakub.cizek@mff.cuni.cz	1	Po 16:30, T5	
	2	St 10:40, T9	
RNDr. Petr Hruška, Ph.D. petr.hruska@mff.cuni.cz	3	Po 9:00, T6	
	4	Út 10:40, T9	
RNDr. Vojtěch Chlan, Ph.D. vojtech.chlan@mff.cuni.cz	5	St 10:40, T5	
	6	St 13:10, T5	
doc. RNDr. Helena Valentová, Ph.D. helena.valentova@mff.cuni.cz	8	Čt 10:40, M3	
	7	Čt 14:00, M3	

[podmínky pro získání zápočtu](#)

software používaný v praktické části

Každý seminář se bude skládat z teoretické části (přednáška) a praktické části (cvičení). Ve cvičení budeme používat následující software: Python, Origin a Excel. Nainstalujte si tedy prosím tento software na Váš počítač.

- **Python** je moderní a univerzální programovací jazyk, který se lze velmi snadno naučit. **Anaconda** je distribuce Pythonu určená pro vědecké výpočty a zpracování dat a je k dispozici zdarma na stránkách projektu [Anaconda](#)
 - Úvod do jazyka [Python](#)
 - [NumPy](#) - knihovna Pythonu pro práci s vektory a maticemi

Úvod do praktické fyziky NOFY055

- **Python** je moderní a univerzální programovací jazyk, který se lze velmi snadno naučit. **Anaconda** je distribuce Pythonu určená pro vědecké výpočty a zpracování dat a je k dispozici zdarma na stránkách projektu [Anaconda](#)
 - Úvod do jazyka [Python](#)
 - [NumPy](#) - knihovna Pythonu pro práci s vektory a maticemi
 - [Matplotlib](#) - knihovna Pythonu pro kreslení grafů
 - [SciPy](#) - knihovna Pythonu pro numerické výpočty
- **Origin** je profesionální program pro zpracování výsledků fyzikálních měření a tvorbu grafů. Pro studenty MFF UK je k dispozici plovoucí licence pro nejnovější verzi programu Origin 2020b 9.7.5.184.

Postup instalace programu:

1. stáhněte si instalační soubor
<https://su.mff.cuni.cz/file/home/kudrna/install.dsk/Origin/Origin2020bSr0H.zip>
Je třeba se přihlásit jako do SISu
 2. Rozbalte všechny soubory z balíku a spusťte Setup.exe
 3. Potřebné údaje pro instalaci, tj. sériové číslo: GF3S5-3089-7909154, licenční server: pluto.troja.mff.cuni.cz, port: 27001 jsou již předvyplněny, stačí je odsouhlasit a upravit si případně jméno uživatele.
 4. Origin s plovoucí licencí potřebuje spojení s licenčním serverem, ale podporuje tzv. "vypůjčení licence", menu Help -> "Activate License..." -> Borrow.
Po dobu výpůjčky pak pracuje i bez přístupu k licenčnímu serveru.
 5. Stav licence Originu je vidět v menu Help -> "Activate License..."
nebo Help -> About -> tlačítko License.
- **Excel** je tabulkový procesor od firmy Microsoft, který se hodí i na zpracování dat z fyzikálních měření a tvorbu grafů (příklady v tomto semináři jsou udělané ve verzi MS Office Excel 2007, česká lokalizace).
 - [Seznam](#) některých užitečných funkcí v Excelu
 - Všichni studenti MFF UK mohou používat zdarma službu [Office 365](#)
 - Bezplatnou alternativou k Excelu je tabulkový procesor Calc ve volně dostupném balíku [Libre Office](#).

Úvod do praktické fyziky NOFY055

prof. Mgr. Jakub Čížek, Ph.D.

<https://physics.mff.cuni.cz/kfnt/vyuka/upf/cizek/index.html>

[Seznam](#) některých užitečných funkcí v Excelu

- **seminář 1:** *statistická a systematická chyba, platné číslice*
 - [přednáška - pdf prezentace](#)
 - [videozáznam přednášky](#) z roku 2020
 - [cvičení](#) *průměry, míry rozptylu* - používáme Excel
 - Excel soubor [prumery.xlsx](#)
 - [seminární úlohy](#)
 - [vzorové řešení](#)
 - úloha 2: Excel soubor [3-sigma-kriterium.xlsx](#)
 - bonusová úloha - rmk
 - [zadání](#)
 - [stručné shrnutí](#)
-
- **seminář 2:** *maximální chyba, třída přesnosti, analogové a digitální přístroje*
 - [přednáška - pdf prezentace](#)
 - [videozáznam přednášky](#) z roku 2020
 - [cvičení](#) *systematická chyba* - měření elektrického odporu
 - Eratosthenovo [měření velikosti Země](#)
 - [řešení úlohy s měřením hustoty](#)
 - [seminární úlohy](#)
 - [vzorové řešení](#)
 - bonusová úloha - balistické kyvadlo
 - [zadání](#)
 - [stručné shrnutí](#)

Úvod do praktické fyziky NOFY055

Podmínky pro získání zápočtu

- během semestru je nutné absolvovat 2 písemné testy
- každý test je hodnocen v bodové škále 0-15 bodů
- k získání zápočtu je nutné dosáhnout v součtu alespoň 16 bodů
- body je možné získat také vyřešením bonusových úloh
každá úspěšně vyřešená bonusová úloha = 1 bod
řešení bonusových úloh mi posílejte na e-mail jakub.cizek@mff.cuni.cz
deadline je vždy do neděle 24:00 hod.

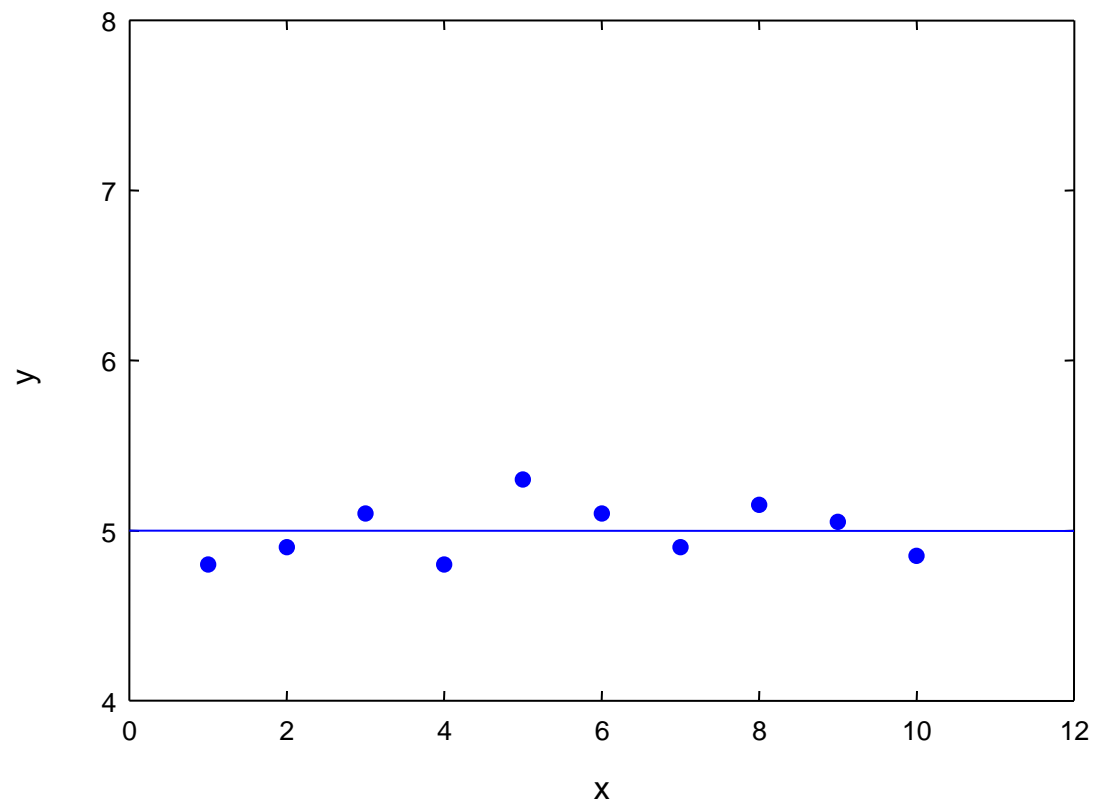
Chyby měření

výsledky měření nebo pozorování jsou vždy zatíženy chybou

- **statistické** - jsou důsledkem náhodných fluktuací, které se popisují metodami matematické statistiky
- **systematické** - vznikají v důsledku chybných kalibrací, interpretací a pod., zatěžují stejným způsobem výsledek každého nezávisle opakovaného měření
- **hrubé** - vznikají hrubým zásahem do procesu měření, jejich velikost významně převyšuje rozptyl chyby statistické

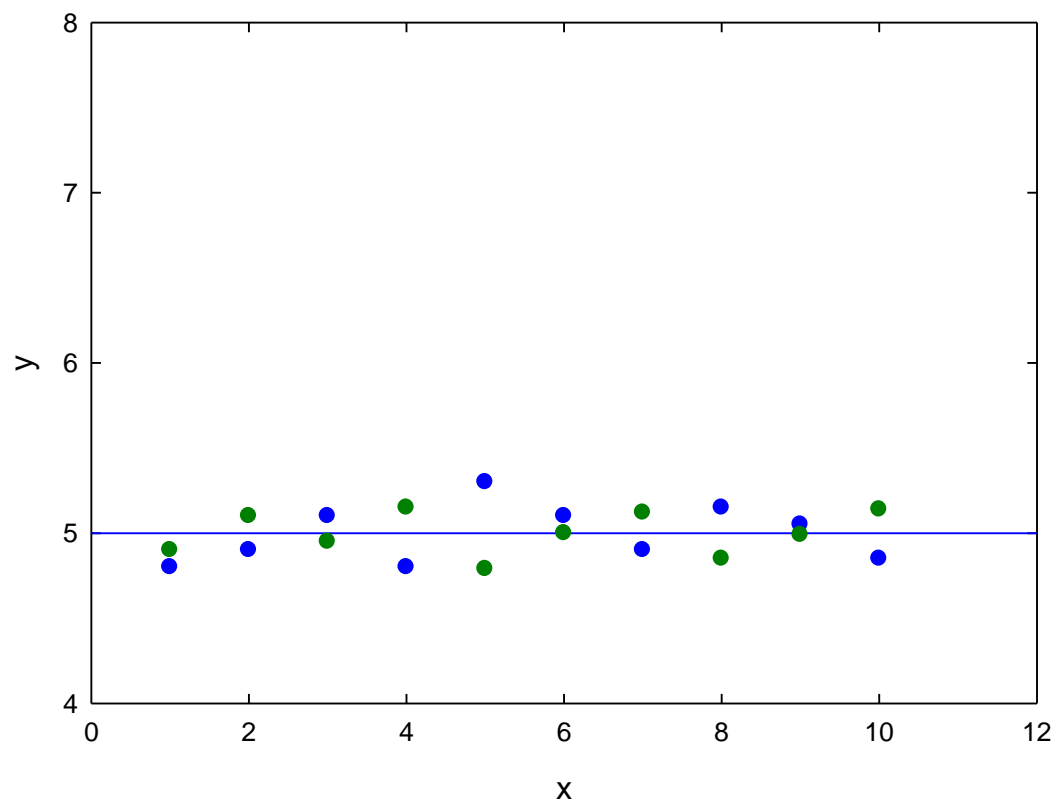
Chyby měření

10 měření veličiny y



Chyby měření

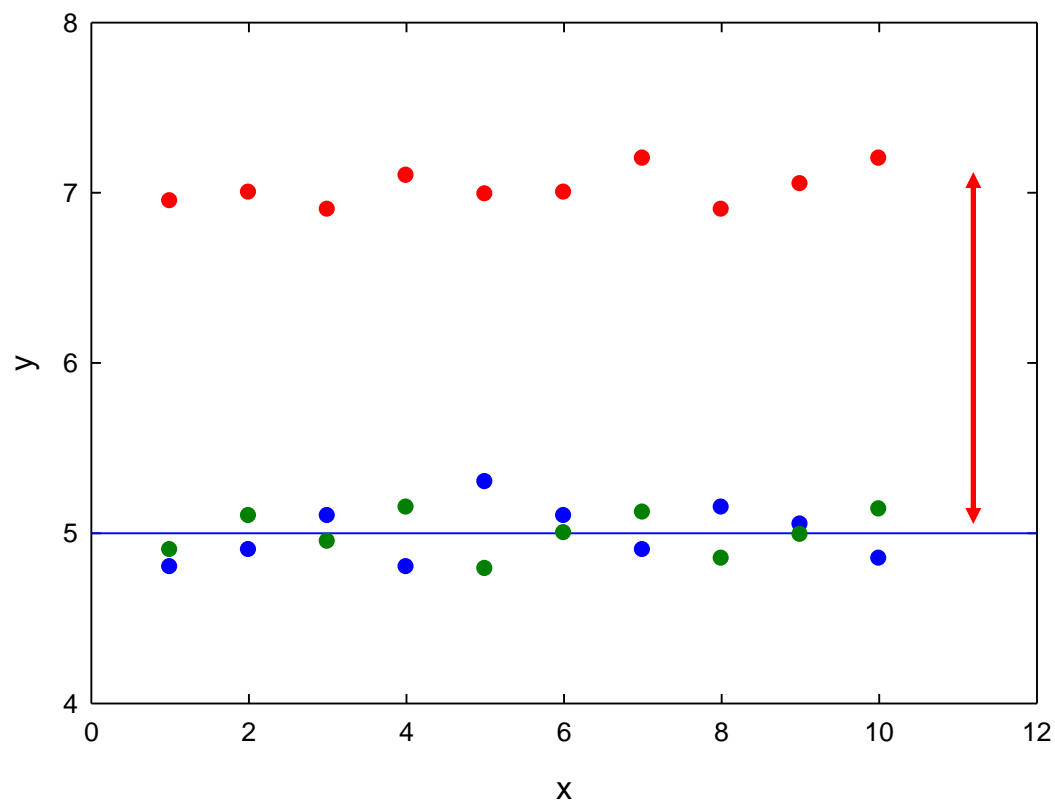
10 měření veličiny y



statistická chyba

Chyby měření

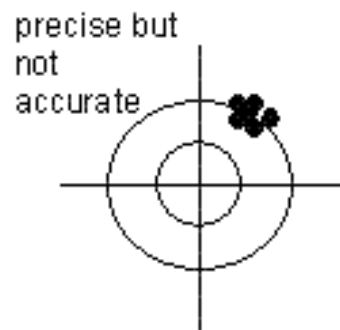
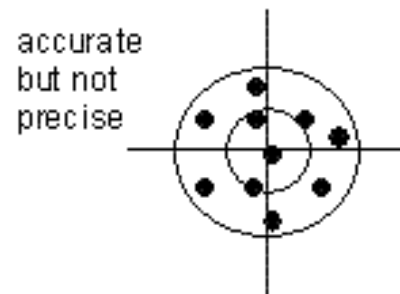
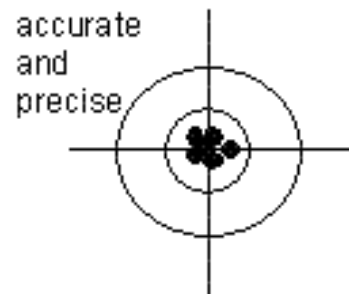
10 měření veličiny y



systematická chyba

statistická chyba

Náhodná a systematická chyba



precise = malá náhodná (statistická) chyba

accurate = malá systematická chyba

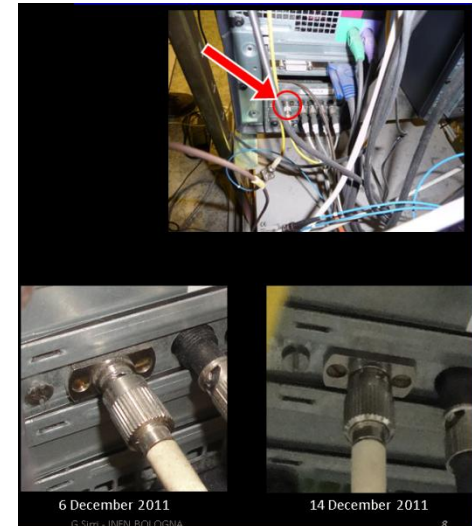
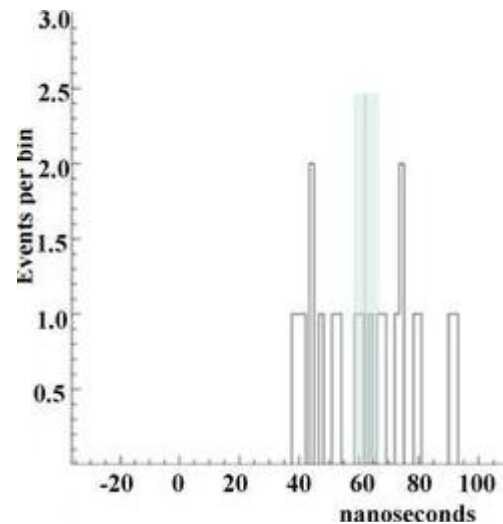
Náhodná a systematická chyba

- příklad: 2011 nadsvětlená neutrína

CERN



- rychlost světla $c = 299\,792\,458 \text{ m s}^{-1}$
- doba letu $t = 2.438354 \text{ ms}$



Nejistota (uncertainty) výsledku měření

CIMP - Comité International des Poids et Mesures (1981, 1985)

ISO (Mezinárodní Organizace pro Normalizaci) – Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements (1993)

- **statistické (typu A)** - k jejich vyhodnocení byly použity statistické metody σ_A^2
- **ostatní (typu B)** - zpracování ostatních složek nejistoty σ_B^2
- **odhad skutečné hodnoty měřené veličiny** - $\hat{\mu}$
- **odhad chyby – kombinovaná standardní nejistota** - $\sigma_C^2 = \sigma_A^2 + \sigma_B^2$

výsledek měření : $x = (\hat{\mu}_x \pm \sigma_{C,x}) [x]$

označení jednotky

absolutní chyba (nejistota)

- **relativní chyba** - $\eta_x = \frac{\sigma_{C,x}}{\hat{\mu}_x} \times 100\%$

Zápis výsledku měření

- nejistotu (chybu) uvádíme *nejvýše* na 2 platné číslice
- výsledek zaokrouhlíme v řádu poslední platné číslice neurčitosti (chyby)
- platné číslice – všechny číslice s výjimkou nul *před* první nenulovou číslicí

př.

0.00152 \rightarrow 3 platné číslice

0.010040 \rightarrow 5 platných číslic

10.10000300 \rightarrow 10 platných číslic

- zápis výsledku měření

př.

$$v = (1.63 \pm 0.02) \text{ ms}^{-1} \qquad I = (0.10 \pm 0.01) \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$P = (5.105 \pm 0.012) \text{ GPa} \qquad t = 0.405(3) \text{ s}$$

Poznámka: Pokud se chyba měření ve výsledku neudává, předpokládá se implicitně, že je menší, než polovina řádu za poslední platnou číslicí výsledku:

$$v = 1.5 \text{ ms}^{-1} \Rightarrow 1.45 \text{ ms}^{-1} < v < 1.55 \text{ ms}^{-1}$$

Zápis výsledku měření

$$I = (0.10 \pm 0.01) \times 10^{-3} \text{ A} = \cancel{(100 \pm 10) \mu\text{A}}$$

Diagram illustrating the correct and incorrect ways to write the measurement result:

- For $(0.10 \pm 0.01) \times 10^{-3} \text{ A}$:
 - 0.10: 2 platné číslice (2 significant figures)
 - 0.01: 1 platná číslice (1 significant figure)
- For $(100 \pm 10) \mu\text{A}$ (crossed out):
 - 100: 3 platné číslice (3 significant figures)
 - 10: 2 platné číslice (2 significant figures)

- aby se předešlo této nejednoznačnosti měli bychom výsledky měření zapisovat ve tvaru $x.xxxx$, kde x jsou číslice