

FAQ laboratoře

LS 2021/22, cvičící Martin Žáček

V tomto dokumentu zveřejňuji dotazy k laboratořím a protokolům. Případné odkazy na dokumenty v Moodle nebudou přímé ale popsány slovy, jak je najdete, protože učím ve všech letošních paralelkách $\mathcal{P} = \{BxB02FY2 \mid x \in \{1, 2, 3\}\}$ a dokumenty má každá zvlášť, včetně adresy odkazu.

Seznam dotazů

1. Chtěl bych se zeptat jak psát jednotky u veličin do tabulek. Pamatuji si, že na laborkách jste říkal, že nechcete hranaté závorky. Jak je to tedy správně? V příloze zasílám konkrétní případ kde jsem na to narazil.
2. Dobrý deň, pri robení protokolu z úlohy štúdium fotoefektu a stanovenie Planckovej konštanty som sa zasekol pri výpočte neistôt v bode 3, určit' neistotu medzného kmitočtu už dokážem zo zákona šírenia neistôt, ale nie som si istý ako vypočítat' neistoty Planckovej konštanty a výstupnej práce.

1. chtěl bych se zeptat jak psát jednotky u veličin do tabulek. Pamatuji si, že na laborkách jste říkal, že nechcete hranaté závorky. Jak je to tedy správně? V příloze zasílám konkrétní případ kde jsem na to narazil.

U=12V	v_k [m/s]	v_{od} [m/s]	f_k [Hz]	f_{od} [Hz]
1	0,573	0,659	39130	38989
2	0,621	0,636	39129	38990
3	0,621	0,616	39128	38989
\bar{f}	0,605	0,637	39129	38989,3

V minulém a předminulém semestru jsem k jednotkám do hranatých závorek psal toto:

K typografii:

Hranaté závorky používat pouze pro rozměr. Jsem si vědom, že prezentace k úlohám matou studenty, protože používají také hranaté závorky chybně. 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

$$\rightarrow \frac{x}{\text{mm}}.$$

Nejlepší mě známé odůvodnění je v textu Eva Juláková: Rovnice, jednotky a veličiny - jak s nimi? Chem. Listy 99, 250 – 257 (2005), veličinám v tabulkách a grafech se věnuje odstavec 5., full text viz [1]. Stručně popsáno, hranaté závorky jsou vyhrazeny pro rozměr, lze je chápat jako operátor, který z veličiny vrátí jednotku, například $[30 \text{ cm}] = \text{cm}$ a tudíž nedává smysl uzávorkovávat samotnou jednotku. Zlomková konvence dává logiku matematickou: veličina je formální součin čísla a jednotky, jednotka se ve zlomku (po případném sjednocení na stejnou) vykrátí a zůstane číselná část, což je interpretace čísla v datové části tabulkového sloupce/na příslušné ose grafu.

Hlavička tabulky tedy bude správně takto:

$U = 12 \text{ V}$	$\frac{v_k}{\text{m s}^{-1}}$	$\frac{v_{od}}{\text{m s}^{-1}}$	$\frac{f_k}{\text{Hz}}$	$\frac{f_{od}}{\text{Hz}}$
1	0,573	0,659	39 130	38 989

Všimněte si také, že veličiny jsou sázeny kurzívou, jednotky a jiné konstantní výrazy (zde indexy, které nepředstavují veličiny ale označení) jsou stojatě.

[1] http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2005_04_250-257.pdf

2. Dobrý deň, pri robení protokolu z úlohy štúdium fotoefektu a stanovenie Planckovej konštanty som sa zasekol pri výpočte neistôt v bode 3, určiť neistotu medzného kmitočtu už dokážem zo zákona šírenia neistôt, ale nie som si istý ako vypočítat neistoty Planckovej konštanty a výstupnej práce.

Rovnice pro fotoelektrický jev je

$$h\nu = A + \frac{1}{2}m_e v_e^2. \quad (2.1)$$

Vy nastavujete vlnovou délkou $\lambda = c/\nu$ a kinetickou energii zjišťujete odměřením brzdného napětí U souvisejícího s kinetickou energií podle vztahu $eU = \frac{1}{2}m_e v_e^2$. Po dosazení do (2.1) máme vztah

$$\frac{hc}{\lambda} = A + eU. \quad (2.2)$$

Měření získáte n statisticky závislých dvojic veličin (λ_i, U_i) . Přepočítáte-li vlnové délky na frekvence za pomoci vztahu $\lambda = c/\nu$, máte soustavu lineárních, avšak exaktně neřešitelných rovnic

$$E_{ki} = eU_i(\nu_i) = \bar{h}c \cdot \nu_i - \bar{A}, \quad (2.3)$$

kde \bar{h} a \bar{A} jsou odhady Planckovy konstanty a výstupní práce, které dávají pro soustavu (2.3) nejmenší součet χ^2 rozdílů naměřených dat oproti modelu (2.1).

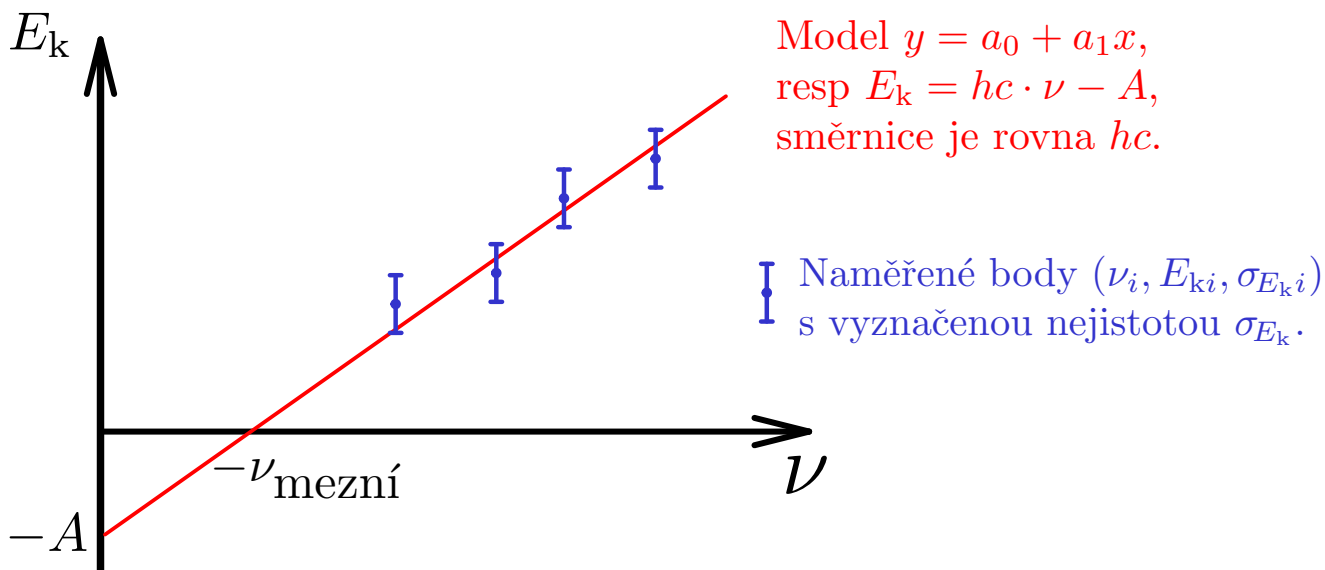
Zmíněné odhady \bar{h} a \bar{A} Vám však poskytne na základě minimalizace oceňovací funkce χ^2 server Planck, z lineárního modelu

$$E_k(\nu) = a_1 \cdot \nu + a_0, \quad (2.4)$$

kde $a_0 = -\bar{A}$ a $a_1 = \bar{h}c$ jsou koeficienty modelu poskytnuté nástrojem, včetně odhadů jejich nejistot σ_{a_0} a σ_{a_1} , ze kterých lze vypočítat ze zákona šíření chyb nejistoty σ_A a σ_h .

Nástroj na serveru Planck je koncipován tak, že hodnoty na vodorovné ose, tedy frekvence, zadáváte bez nejistoty, avšak pro každou hodnotu na svislé ose je potřeba zadat i nejistotu. Tu získáte jako nejistotu typu B voltmetru (avšak přepočítané na energii elektronu). Pokud jste měřili na témže rozsahu, budou však nejistoty u_{E_k} všechny stejné. Doporučuji energie zadávat ve vhodných jednotkách vedoucích k nepřilíš velkým či malým číslům, neboť server Planck má omezený numerický rozsah (avšak v nápovědě nedokumentovaný) a příliš velké nebo malé hodnoty se mohou zaokrouhlit/oříznout. Vhodné je přepočítat energie na napětí ve voltech nebo interpretovat totéž číslo jako energii v eV.

Viz také obrázek.



Nástroj na serveru Planck poskytne ze zadaných hodnot $(\nu_i, E_{ki}, \sigma_{E_{ki}})$ parametry modelu a_0 a a_1 včetně jejich nejistot, z nich lze spočítat výstupní práci a Planckovu konstantu, rovněž s jejich nejistotami, za pomoci zákona šíření chyb. Inverzí vztahu modelu $E_k(\nu)$ lze získat odhad mezní frekvence jako frekvence za nulové energie, v grafu průsečík modelu s osou x .