

# Informace k předmětu F6060 Programování zkouška

## Předpokládané znalosti a dovednosti

K úspěšnému absolvování zkoušky je potřebná znalost základů programování v některém z vyšších programovacích jazyků (Python, Julia, C, C++, GNU Octave a Matlab, Java, Ruby, Fortran a jiné). Výběr jazyka není v zásadě omezen, zamýšlené použití některého z méně rozšířených jazyků ale konzultujte předem. Pokud teprve stojíte před výběrem jazyka k nastudování, lze doporučit Python, který se těší ve fyzikální komunitě velké oblibě a jehož základy je možné poměrně snadno ovládnout. Vhodné zdroje pro samostudium Pythonu jsou uvedeny v seznamu doporučené literatury.

Vzhledem k zaměření na studující fyzikálních oborů bude při zkoušce kladen důraz na prvky potřebné pro numerické výpočty a zpracování dat – vyčíslování výrazů, vytváření smyček a podmíněných příkazů, sestavování funkcí, práci s vektory a maticemi. U mnohých úloh bude rovněž třeba vykreslit funkční závislosti nebo sadu datových bodů, což může být provedeno zabudovanými příkazy (např. plot či mesh v GNU Octave a Matlab), s využitím grafické knihovny (např. Matplotlib v případě Pythonu) nebo uložením dat do souboru a následným vykreslením v externím programu (MS Excel, LibreOffice Calc, QtiPlot, Gnuplot apod.). Nezbytná je schopnost editace zdrojových kódů ve vhodném editoru nebo vývojovém prostředí (dle vlastního výběru) a jejich kompilace nebo spuštění v interpreteru (v závislosti na vybraném jazyku). U zkoušky budou vyžadovány správně fungující programy, je tedy důležité dostatečným cvičením získat praktické zkušenosti s odladěním programů.

Příprava ke zkoušce bude spočívat v domácím procvičování s použitím sbírky vzorových zkouškových úkolů a zadání zkoušek z předchozích let. Samotné základy programování si lze osvojit například v některém z kurzů nabízených pro studující fyzikálních oborů. Studijní katalog uvádí aktuálně tyto:

- F1400 Programování + F1400a Úlohy z programování (podzim)
- F1420 Základy programování v jazyce Python (jaro)
- F4500 Python pro fyziky (jaro)

Určité minimum programátorských dovedností v jazyce Python získají studující i absolvováním kurzu

- F5330 Základní numerické metody (podzim)

kteřý obsahuje velmi krátký praktický úvod do Pythonu a Python pak využívá při implementaci numerických metod.

Řadu kurzů lze nalézt také v nabídce jiných oborů nebo fakult, jejich zaměření však může být vzdálené potřebám fyziky. Při úvahách o případném absolvování některého z těchto kurzů je tedy vhodné důkladně prozkoumat jeho osnovu s přihlédnutím k požadavkům naší zkoušky z programování. Za zvážení stojí například

- C2184 Úvod do programování v Pythonu (podzim)

## Zkouška

Studující absolvuje praktickou zkoušku, při které během vymezené doby sestaví program řešící zadaný úkol z níže uvedených okruhů. U zkoušky budou nabízeny dvě úlohy, z nichž si studující jednu vybere. Podmínkou úspěšného absolvování zkoušky je správné fungování programu a obhájení vypracovaného řešení v následné diskuzi se zkoušejícím. Časová dotace bude velkorysá, bude k dispozici asi 6 hodin (může být upraveno podle náročnosti konkrétních zadání) na vyřešení jedné úlohy s obtížností, jakou mají vzorové úlohy.

Zkoušky probíhají prezenční formou. Při vypracovávání úloh budou studující využívat vlastní výpočetní techniku (přinesené vlastní notebooky a podobné přístroje), což přináší výhodu stejného prostředí, na které jsou zvyklí z domácího procvičování. V nepravděpodobném případě, že studující nemá vhodný

přístroj k dispozici, je třeba zavčas kontaktovat zkoušejícího, aby mohla být zajištěna nějaká alternativa. Bude povoleno hledat na webu informace týkající se syntaxe programovacích jazyků, využívat učebnic těchto jazyků a různých manuálů, tutoriálů a referenčních příruček, funkcí z knihoven (např. NumPy, Matplotlib) a balíčků (GNU Octave, Matlab), ale hledání ostatních druhů informací (zejména částí řešení konkrétních úloh například na webových fórech) bude zakázáno. Rovněž tak veškerá online komunikace (emaily, chaty apod.) bude zapovězena, aby se mimo jiné zabránilo poradám s přáteli na síti. Po uplynutí vyměřeného času studující svá řešení odevzdají a budou následovat diskuse řešení se zkoušejícím. V rámci diskuse se náležitě probere postup řešení a zkoušející může rovněž vyžadovat vypořádání se s jednoduchými rozšířeními úlohy. Hodnocení zkoušky známkou bude založeno na kvalitě zpracování úlohy a na reakcích v následné obhajobě a diskusi.

Jak je uvedeno v Informačním systému, absolvováním zkoušky má studující osvědčit:

- schopnost řešit jednoduché fyzikální úlohy vyžadující programování počítače
- osvojení si základů programování ve vyšším programovacím jazyce vhodném k jednoduchým numerickým výpočtům (doporučené jsou Python, Julia, C, C++, GNU Octave a Matlab, Java, Ruby, Fortran)
- aktivní znalost softwarových prostředků potřebných k zápisu programů a jejich kompilaci/spouštění (dle vlastní volby)
- schopnost porozumět popisu algoritmu numerického řešení fyzikálních úloh
- schopnost převést příslušný algoritmus do zvoleného programovacího jazyka včetně odladění

## Okruhy témat úloh ke zkoušce

Následující výčet obsahuje všeobecné popisy okruhů numerických úloh, které budou zadávány při zkoušce:

- vyčíslení součtu nekonečné řady (sumace se zadanou přesností nebo zadaným počtem členů)
- fyzikální problém vyžadující řešení transcendentní rovnice (řešení jednoduchou metodou popsanou v zadání, např. metodou půlení intervalu nebo Newtonovou metodou)
- fyzikální problém vyžadující numerickou integraci (vyčíslení předepsaným jednoduchým integračním pravidlem s fixními polohami uzlů)
- studium dynamického systému vyžadující řešení systému obyčejných diferenciálních rovnic (řešení metodou popsanou v zadání, např. Eulerovou)
- prokládání dat lineárním modelem (načtení souboru s daty, sestavení soustavy rovnic pro koeficienty lineárního modelu a její řešení)
- zpracování většího množství dat (načtení velkého souboru nebo řady souborů a jednoduché numerické manipulace s načtenými daty - výpočet statistických kvantifikátorů, sestavení histogramu apod.)
- velmi jednoduché Monte Carlo simulace využívající generování pseudonáhodných čísel

Jak bylo zmíněno výše, je jedním z hlavních cílů zkoušky ověřit, zda jsou studující schopni přetavit popis algoritmu ve skutečný kód. Numerické metody tedy není třeba ke zkoušce studovat, budou použity jen ty dostatečně jednoduché a jejich důkladný popis bude součástí zadání. Vzhledem k uvedenému cíli také nebude uznáno použití funkce z knihovny, která by daný numerický problém řešila, ta může být využita pouze pro srovnání. V zadáních se mohou objevit i jiné numerické úlohy obdobné náročnosti, které nejsou explicitně vyjmenovány v uvedených okruzích, u nich ovšem bude zvláště detailně popsán algoritmus výpočtu. Dobrou představu o způsobu formulace úloh poskytuje sbírka vzorových příkladů k procvičování a také sada zadání z předchozích let.

## Doporučená literatura k Pythonu

- J. M. Kinder, P. C. Nelson: *A student's guide to Python for physical modeling*, Princeton University Press (2015), ISBN 978-0-691-17050-3

(výtečná úvodní kniha skromného rozsahu asi 160 stran, k dispozici v knihovně PřF)

- S. Linge, H. P. Langtangen: *Programming for Computations – Python*, Springer (2020), ISBN 978-3-030-16876-6

(další vhodná úvodní kniha o rozsahu asi 240 stran, která rozebírá i jednoduché numerické metody, volně dostupná z <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-32428-9>)

- kolektiv autorů: *Scientific Python Lectures*, dostupné z <https://lectures.scientific-python.org>

(přehledně zpracovaný internetový kurz Pythonu s důrazem na numerické výpočty)