

Podrobnější popis jednotlivých miniprojektů

Vždy stručný popis matematického pozadí problému (1-5 stran), implementace programu v Pythonu, stručný komentář k výsledkům. Vše posléze prezentovat během 3-5 minut. Lze používat jakékoli „pomůcky“, včetně ChatGPT.

Odvození vztahů pro difrakční obrazec při odrazu vlnění na dvojrstvé mřížce

Odvoďte vztah pro difrakční obrazec při odrazu vlnění na dvojrstvé mřížce atomů a nakreslete difrakčního obrazec v Pythonu pro vlastní zvolené hodnoty rozměru mřížky, vzdálenost krystalu od stínítka a vlnovou délku světla. Obrazec a difrakci stačí uvažovat jednorozměrně. Objasněte, jaký je vztah mezi rozměrem mřížky a podobou difrakčního obrazce. Pozor, nejde jen o nalezení maxim difrakce pomocí Braggova zákona, nýbrž o výpočet a nakreslení celého difrakčního obrazce.

Numerické řešení jednorozměrné difúzní rovnice

Najděte nějaký jednoduchý numerický postup, jak řešit parciální diferenciální rovnici. Obvykle řešení spočívá v diskretizaci času i polohy, tj. hledáme řešení v polohách $x, x+dx, x-dx, x+2dx, x-2dx$ apod, a v časech $t, t+dt, t+2dt...$ Jako počáteční podmínky si zvolte např. konstantní koncentraci v izolované oblasti prostoru a nulovou všude jinde. Nasimulujte, jak se koncentrace mění v prostoru a čase. Najděte nějakou knihovnu v pythonu, která umožní řešení zobrazit jako animaci.

Imunitní systém vs HIV virus – popis diferenciálních rovnic + řešení a vykreslení v pythonu (fázové portréty)

Najděte v literatuře/internetu stručný popis/model interakcí HIV-imunitní systém – převedte tento popis do diferenciálních rovnic a numericky (stačí Eulerovou metodou) je v Pythonu vyřešte. Nakreslete řešení pro různé počáteční podmínky, tj. různá množství buněk imunitního systému a HIV. Zjistěte, zda některé počáteční podmínky vedou k vyhubení HIV, nebo se ustaví rovnováha mezi HIV a imunitním systémem či zda HIV vždy zlikviduje imunitní systém.

Matematický popis fyziologických regulačních systémů

Najděte v literatuře jednoduchý popis fungování příslušného regulačního systému a převedte jej do diferenciálních rovnic. Model může být velmi zjednodušený a nemusí plně odrážet skutečný systém. Nakreslete v pythonu průběh veličin v čase (např. parciální tlak CO₂ či dechovou frekvenci v čase). Nasimulujte vývoj situace, kdyby se náhle zvýšila hodnota nějaké proměnné oproti rovnovážné hodnotě. Pokud by se např. náhle zvýšila glykémie, jak by na to reagovala koncentrace inzulínu a jak by se v čase vyvíjela glykémie. Zkuste najít okolnosti, za nichž systém osciluje. Zvolte regulační systém, jaký chcete, možností jsou např. CO₂ – dýchání, Inzulín-glukoza, Arteriální tlak-baroreceptory....

Implementace výpočtu inverzní matice pomocí Gaussovy eliminace v Pythonu

Program by měl matici načíst ze souboru, např. ve formátu csv, a jako výstup opět inverzní matici uložit do souboru. Alternativou je generovat náhodnou matici velikosti $N \times N$ a spočítat její inverzi. Program by měl též ověřit správnost výsledku, tedy vynásobit matici a její inverzi. Změřte závislost doby trvání programu na velikosti matice a tuto rychlost vynesete v grafu pomocí Matplotlib. Najděte nějakou pythonskou knihovnu, která výpočet inverze implementuje a porovnejte trvání výpočtu v případě Vaší implementace a implementace nalezené.

Modely růstu počtu bakteriální či nádorové populace

Najděte v literatuře jednoduchý popis růstu počtu bakteriální či nádorové populace a převedte jej do diferenciálních rovnic. Rovnice numericky vyřešte a nakreslete v pythonu průběh velikosti populace v čase. Analyzujte získané výsledky a najděte nějaké praktické důsledky, např. pro diagnostiku či terapii příslušných onemocnění.

Určení prvních 10 kladných kořenů funkce $y = \sin x / x$ numerickými metodami

Použijte několik numerických metod a porovnejte počet iterací k dosažení zvolené přesnosti výpočtu. Důležité pro nalezení správného kořene je správné nastavení okrajových či počátečních hodnot iterace. Funkci $\sin x/x$ též vykreslete v Pythonu a najděte způsob, jak v matplotlib kořeny vyznačit (například tučným kruhovým bodem) a uvést hodnotu kořene přímo v grafu.

Ekonomický model

Zvolte jakýkoli ekonomický model a proveďte odpovídající matematickou simulaci v pythonu.

DGSE model

Bylo již probráno mailem

Model šíření extremismu v populaci

Bylo již probráno mailem