



LUNDS  
UNIVERSITET

Naturvetenskapliga fakulteten

## FYTN12, Teoretisk fysik: Systembiologi - modeller och beräkningar, 7,5 högskolepoäng

*Theoretical Physics: Systems Biology - Models and Computations, 7.5 credits*  
Avancerad nivå / Second Cycle

---

### Fastställande

Kursplanen är fastställd av Naturvetenskapliga fakultetens utbildningsnämnd 2014-10-07. Kursplanen träder i kraft 2014-10-07 och gäller från och med vårterminen 2015.

### Allmänna uppgifter

Kursen är en valbar kurs på avancerad nivå för en naturvetenskaplig masterexamen i fysik, särskilt för inriktningen mot biologisk fysik och beräkningsbiologi.

*Undervisningsspråk:* Engelska

*Huvudområde Fördjupning*

Fysik            A1F, Avancerad nivå, har kurs/er på avancerad nivå som  
förkunskapskrav

### Kursens mål

Kursen strävar efter att ge studenten grundläggande kunskaper i de huvudsakliga beräkningsmetoderna inom systembiologi. Studenten skall ges erfarenhet i att implementera och tillämpa metoderna på relevanta biologiska problem.

### Kunskap och förståelse

Studenten skall efter avslutad kurs kunna koppla samman biologi, matematik och fysik genom att:

- formulera och tolka ekvationer för biokemiska system utifrån en beskrivning i termer av enkla kemiska reaktioner,
- formulera och tolka ekvationer för transkription och translation av gener och mRNA,
- konstruera matematiska modeller på cellpopulationsnivå,

- beskriva likheter mellan modeller på koncentrations- och populationsnivå, inklusive de antaganden som vanligen görs i modellerna,
- redogöra för när det är lämpligt att modellera ett biologiskt system med hjälp av ordinära differentialekvationer,
- redogöra för när det är lämpligt att använda stokastiska simuleringar i stället för deterministiska, och vilka antaganden som ligger bakom valet.

## Färdighet och förmåga

Studenten skall efter avslutad kurs kunna:

- implementera en matematisk modell med hjälp av existerande mjukvarubibliotek för ordinära differentialekvationer och utöka en sådan modell till flera växelverkande celler,
- implementera Gillespie-algoritmen för stokastiska simuleringar,
- uppskatta värden på modellparametrar från experimentella data utifrån rimliga biologiska och statistiska antaganden, inklusive feluppskattningar (sensitivitetsanalys),
- formulera modellekvationer med hänsyn till hur väl deras parametrar kan bestämmas,
- implementera olika kostnadsfunktioner för att anpassa en modell till data, och använda optimeringsmetoder för att finna bra parametervärden.

## Kursens innehåll

- Översättning mellan biologi och matematik: Formulering av ekvationer som beskriver biokemi, transkription och translation utifrån olika antaganden. Michaelis-Menten-kinetik, Hill-koefficienter och Shea-Ackers-modellen för transkription.
- Populationsmodeller och spatiella modeller: Formulering av ekvationer som beskriver hur cellpopulationer förändras. Växelverkan mellan identiska system utifrån rumsliga förhållanden.
- Simuleringar: Deterministiska kontra stokastiska simuleringar av matematiska modeller. Svagheter, styrkor och tillämpbarhet för de ordinära differentialekvationer respektive stokastiska simuleringar.
- Gillespie-algoritmen för stokastiska simuleringar: Naiv implementation och möjliga optimeringar för stora system.
- Kostnadsfunktioner: Olika strategier för att jämföra simuleringar med experimentella data.
- Optimeringsmetoder: Översikt över metoder för att för att anpassa modeller till data. Lokal optimering, termodynamiska metoder och evolutionära algoritmer.
- Sensitivitetsanalys: Uppskattning av osäkerheten i bestämda parametervärden. Strategier för att nå robusthet.

## Kursens genomförande

Undervisningen utgörs av föreläsningar och programmeringsprojekt. Projekten baseras på exempel från den vetenskapliga litteraturen, där en beräkningsmetod har tillämpats på ett biologiskt problem.

## **Kursens examination**

Examination sker med skriftliga inlämningsuppgifter, individuella presentationer av programmeringsprojekten samt muntlig tentamen.

## **Betyg**

Betygsskalan omfattar betygsgraderna: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd  
För godkänt betyg på hela kursen krävs godkänd muntlig tentamen samt godkända programmeringsuppgifter. Slutbetyget avgörs genom sammanvägning av resultaten på de moment som ingår i examinationen.

## **Förkunskapskrav**

För tillträde till kursen krävs kunskaper motsvarande FYTN03 (Beräkningsfysik), FYTN05 (Teoretisk biofysik) och Engelska B. Kunskaper i programmering i Java, Python, C++ eller något annat programmeringsspråk behövs för programmeringsuppgifterna.