Teoretisk Fysik
KTH

Fysikens matematiska metoder vår 2014

SI1140 Del 2, SI1141

Kursinformation och en del kursmateriel återfinns på Internet:

`http://courses.theophys.kth.se/SI1140/Del2`

Ämnesbeskrivning

Nästan samtliga modeller av verkliga fysikaliska problem ger upphov till differentialekvationer med derivator av flera variabler, s.k. *partiella differentialekvationer*. Kunskap om dessa differentialekvationer och deras lösningar utgör nyckeln till förståelsen av stora områden inom klassisk och modern fysik, samt många andra problem som kan modelleras genom kunskap om lokala samband. Det finns tre klassiska ekvationer:

$$\begin{aligned} \Delta u &= 0 && \text{(Laplaces ekvation)}, \\ \Delta u - \frac{1}{a}\frac{\partial u}{\partial t} &= 0 && \text{(diffusionsekvationen)}, \\ \Delta u - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} &= 0 && \text{(vågekvationen)}, \end{aligned}$$

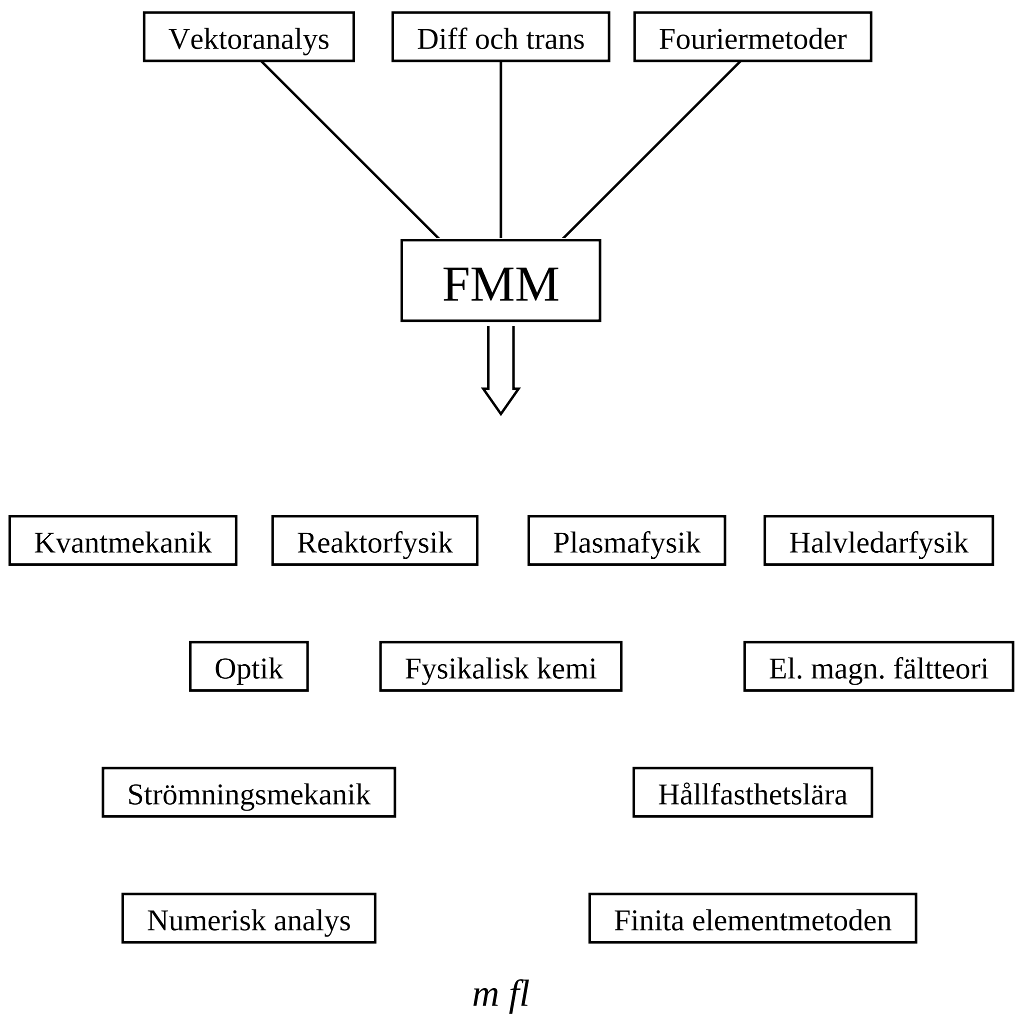
där vi infört Laplaceoperatorn

$$\Delta = \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial^2}{\partial x_i^2} \qquad (n = 1, 2, 3, \ldots).$$

Dessa ekvationer, som är linjära och av andra ordningen, beskriver en stor mängd fenomen som vi kan se omkring oss; den elektriska potentialen i ett område utan inre laddningar uppfyller t.ex. Laplaces ekvation, vilket också gäller temperaturfördelningar vid jämvikt. Diffussionsekvationen är en modell för värmeledning och andra sorters strömning (även elektrisk ström). Vågekvationen handlar om fortskridande störningar och förklarar bl.a. dispersion och reflektion, fenomen som är viktiga att förstå inom signalöverföring.

Vi kommer i kursen att modellera och lösa ett antal problem med olika sorters partiella differentialekvationer. På vägen kommer vi samtidigt att få se en mycket djup och vacker förening av algebra, analys och fysik. Precis som vi tidigare har använt Fourierserier, så visar det sig att nästan alla funktioner kan utvecklas i olika val av basfunktioner i ett mycket generellt matematiskt rum. Liksom det finns egenvektorer till matriser, så kommer vi att upptäcka att det finns egenfunktioner till operatorer som Laplaceoperatorn.

Två ytterligare avsnitt som är grundlägande inom teoretisk fysik och som var del av kursen tidigare har flyttats till tillägskursen SI1142: Variationskalkyl och greensfunktioner. I denna kursen diskuteras också relationen mellan matematisk fysik och numeriska metoder. Kursen SI1142 rekommenderas varmt!



Figur 1: Fysikens matematiska metoder i relation till andra kurser i utbildningen.

Kursupplägg

Kursen omfattar 11 dubbeltimmar föreläsningar och 11 dubbeltimmar övningar. Uppdaterade tider och salar återfinns på KTH Social. Vi som håller i undervisningen är:

Mattias Blennow (föreläsningar och kursansvarig)
Epost: `emb@kth.se`

Bo Cartling (övningsgrupp 1, FB53)
Epost: `boc@theophys.kth.se`

Farrokh Atai (övningsgrupp 2, FA32)[1]
Epost: `farrokh@kth.se`

Anatoly Belonoshko (övningsgrupp 3, FB54)
Epost: `anatoly@kth.se`

Kurslitteratur

- [KS] G. Sparr och A. Sparr, *Kontinuerliga system*, Studentlitteratur, Lund (2000).*
- [ÖB] G. Sparr och A. Sparr, *Övningsbok*, Studentlitteratur, Lund (2000).*
- Material på kursens hemsida.

Övrig kurslitteratur

En ordentlig formelsamling lönar sig — vi rekommenderar:

- L. Råde och B. Westergren, *BETA Mathematics Handbook* (Studentlitteratur), som säljs på Kårbokhandeln.

Ett alternativ är: M. R. Spiegel, *Mathematical Handbook* (Schaum outline series).

På kurshemsidan rekommendera vissa referensböcker. Dessa böcker behöver inte köpas, men om framställningen i kursboken inte faller en i smaken, så kan man hitta samma information på ett alternativt sätt i någon av dessa böcker.

Kursplanering med läsanvisningar

finns på kursens hemsida.

Examination

Tentamen (TEN2), 5 hp. Tider och salar för tentamen återfinns på KTHs schemasidor.

[1] Målsättningen är att denna grupp ska behandla beräkningarna uppgifterna i mer detalj (på bekostnad av att kanske hinna med färre tal).

Tillåtna hjälpmedel i tentan: Enbart formelsammlingen som finns i kursens övningsbok ("Formelsamling" i slutet av boken [ÖB], fr.o.m. "Vektoranalys" t.o.m. "Laplacetransformer" (OBS: ej sidan "Fysikaliska modeller"!)).

Tentamen

Tentamen kommer att bestå av två modelleringsproblem och fyra räkneproblem vilka kommer att betygsättas individuellt från A till F enligt nedan angiven skala. För att erhålla ett givet betyg måste en student få minst det betyget på minst fyra av uppgifterna, vidare får ett femte betyg vara maximalt två steg lägre.
Exempel: Betygen AABCDF motsvarar betyg C då det finns mist fyra problembetyg C eller högre och ytterligare ett (D) som är maximalt två steg lägre (E).
För godkänd tentamen måste godkänt betyg också erhållts på minst ett av modelleringsproblemen.
För betyg A och B krävs även godkänd numerisk inlämningsuppgift.

Rättad tentamen hämtas på studentexpeditionen.

Betygskriterier för problem:

A Studenten har löst hela problemet. För modelleringsproblemen krävs felfritt modellerat problem inklusive preciserade rand- och begynnelsevillkor. Lösningarna är välmotiverade och korrekta. Små uppenbara felskrivningar kan tolereras.

B Studenten har löst hela eller det mesta av problemet korrekt. Räknefel och svag eller bristande motivation så länge de inte leder till fysikaliskt orimliga resultat. Felaktiga argument och orimliga resultat kan accepteras enbar om resten av lösningen är felfri.

C Studenten har löst det mesta av problemet och är överlag korrekt. Räknefel och bristande motivering av får förekomma i några få steg. Felaktiga argument och orimliga resultat kan accepteras till en mindre grad.

D Studenten har demonstrerat en grundläggande förståelse för alla delar av problemet såväl som de bakomliggande koncepten. Vidare har studenten påbörjat lösningsgången och gjort vissa framsteg inom denna.

E Studentens lösningar påvisar en grundläggande förståelse för koncepten som behandlas i problemet. Studenten har även försökt applicera koncepten på problemet.

Fx Studenten har utelämnat eller väsentligen missförstått de koncept som behandlas i problemet. Lösningsgång kan ha påbörjats men inte gjort större framsteg.

F Inget av de ovanstående är tillämpbara. Detta inkluderar oläsliga lösningar, blanka lösningar samt lösningar innehållandes vad som väsentligen enbart är en upprepning av problemformuleringen.

Inlämningsuppgifter

Kursen innehåller fem stycken frivilliga inlämningsuppgifter som kommer göras tillgängliga via kurshemsidan under kursens gång och ha deadline i samband med kursens övningar. Varje inlämningsuppgift ges enbart godkänt eller underkänt. Vid minst tre godkända inlämningsuppgifter får en student tillgodoräkna sig ett tal vid tentamen med betyg E (3 godkända), D (4 godkända), eller C (5 godkända).

Numerisk inlämningsuppgift

Kursen innehåller en numerisk inlämningsuppgift som kommer att lämnas ut i samband med föreläsningen om numeriska approximationer (föreläsning 3) och även finnas tillgänglig via kurshemsidan. Godkänd numerisk inlämningsuppgift kräver eget numeriskt arbete samt att ge feedback på någon annans arbete innan deadline (detta sker vid tillfället benämnt KS i schemat).
Godkänd numerisk inlämningsuppgift är obligatorisk för betyg A och B. Dessutom kan den som blivit godkänd på den numeriska inlämningsuppgiften höja ett godkänt problembetyg ett steg vid tentamen (F, Fx, och A kan ej höjas på detta sätt).

Med förhoppning om en givande och trevlig kurs,

Mattias, Bo, Farrokh och Anatoly