Fysik Institutionen
KTH

Fysikens matematiska metoder vår 2022

SI1200

Kursinformation och en del kursmateriel återfinns på Internet (canvas page of course)

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:

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

där vi infört Laplaceoperatorn

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

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 matematiska verktyg som är grundlägande inom teoretisk fysik och som diskuteras i kursen är variationskalkyl och greensfunktioner.

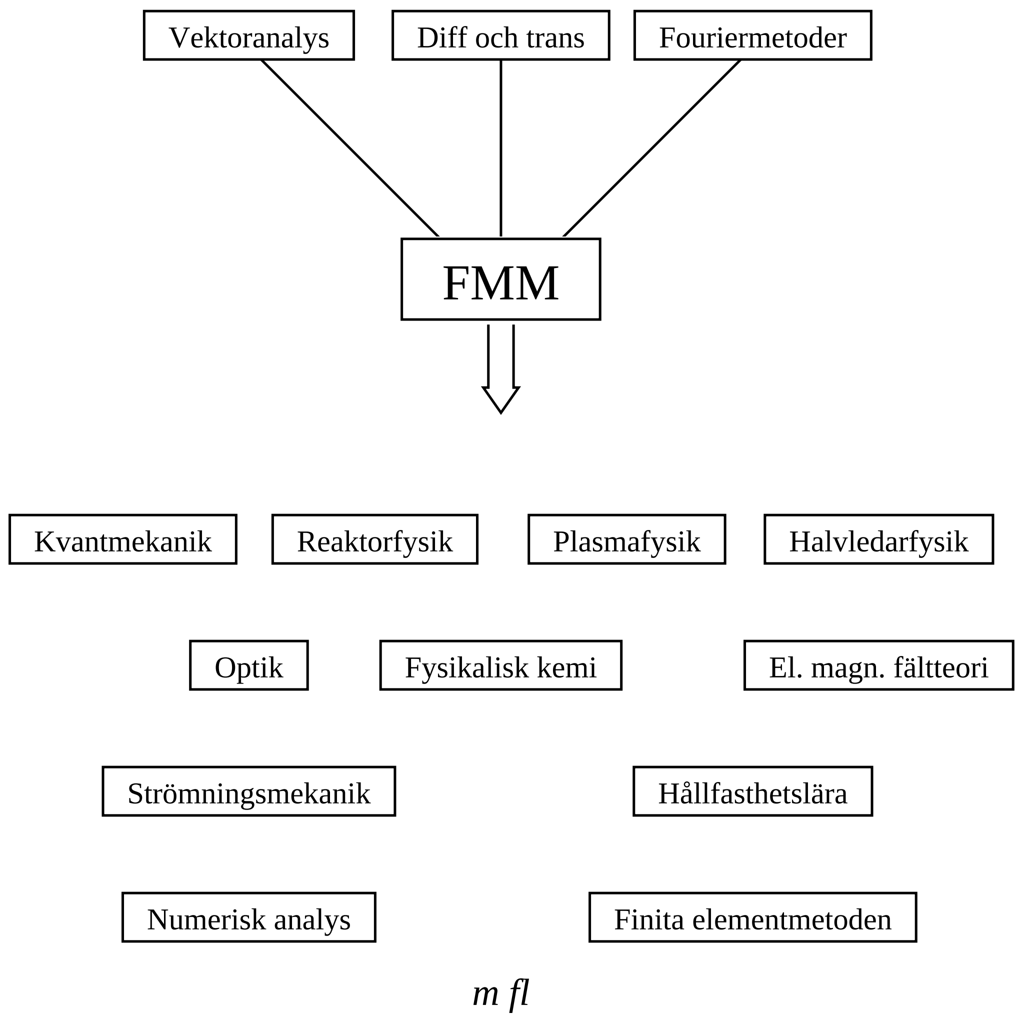

Figure 1: Fysikens matematiska metoder i relation till andra kurser i utbildningen.

Kursuppläggning

Kursen omfattar 11 dubbeltimmar föreläsningar och 11 dubbeltimmar övningar. Tider och salar anges i lektionsplaneringen på kursen hemsidan. Vi som håller i undervisningen är:

Edwin Langmann (föreläsningar och kursansvarig)
Epost: langmann@kth.se

Itziar Ochoa de Alaiza (övningsgrupp 1)
Epost: itziarochoadealaiza@gmail.com

Matthias Geilhufe (övningsgrupp 2)
Epost: geilhufe@kth.se

Yashar Honarmandi (övningsgrupp 3)
Epost: yasharh@kth.se

Kursplanering med läsanvisningar

finns på kursens hemsida.

Kurslitteratur

- [KS] G. Sparr och A. Sparr, *Kontinuerliga system*, Studentlitteratur, Lund (2000).*
- [ÖB] G. Sparr och A. Sparr, *Övningsbok*, Studentlitteratur, Lund (2006).*
- Material på kursens hemsida.

*säljs på kårbokhandeln.

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.

Examination

En tentamen. Fyra frivilliga hemuppgifter kan ge bonuspoäng till tentamen. Bonuspoäng gäller till juli 2022.

Tillåtna hjälpmedel i tentan: Bara formelsammlingen som finns i kursens övningsbok ("Formelsamling" i slutet av boken [ÖB], fr.o.m. "Vectoranalys" t.o.m. "Laplacetransformer" (OBS: ej sidan "Fysikaliska modeller"!)). Formelsamlingen kommer att delas ut vid tentamen.

Bonuspoäng

Det kommer finnas totalt fyra frivilliga hemtal som var och en kan ge som mest 1.5 bonuspoäng till den skriftliga tentan, dvs. som mest 6 bonuspoäng totalt. Bonuspoängen adderas till Uppgift 1 på tentan, men maxpoängen som kan erhållas på Uppgift 1 (inkl. bonuspoäng) är 6 poäng. Således om man får 6 bonuspoäng, och är säkert på att man kommer att få mer än 18 tentamenspoäng utan bonus, så kan man skippa Uppgift 1. (Med mer än 18p med bonus men mindre än 18p utan bonus lovas bara FX.) Om man har färre än 6 bonuspoäng kommer även kvalitén på svaret till Uppgift 1 att spela roll i helhetsbedömningen (som beskrivet ovan), dvs. slarviga lösningar för att t.ex. precis erhålla 2 poäng på Uppgift 1 avrådes.
OBS: Om totalt antal poäng är så att just betyget E erhålls enbart m.h.a. bonuspoängen men utan dessa hade inneburit ett F blir betyget Fx, och betyget D med bonus men F utan bonus blir slutbetyg E med möjlighet till munta som kan ge D.

Tentamen

Tentamen omfattar 6 uppgifter. En korrekt behandlad uppgift belönas med 6 poäng. För varje slarvfel avdrages 1 poäng. För principfel avdrages 2 till 6 poäng. Principfel föreligger bl.a. då en enkel kontroll skulle ha avslöjat ett räknefel eller då resultaten blir orimliga. Motivera utförligt.

Preliminär betygsskala (gränserna kommer eventuellt justeras nedåt):

Betyg	F	Fx	E	D	C	B	A
Poäng	0-16	17	18-20	21-24	25-28	29-32	33-36

Med förhoppning om en givande och trevlig kurs,

Itziar, Matthias, Yashar och Edwin