

Lärandemål, Vektoranalys och klassisk fysik 2012

Detta är ett försök till en lista över kunskap man bör kunna visa vid examination av kursen. Det övergripande målet är att man skall tillägna sig en färdighet i att använda lådan med matematiska verktyg inom algebra, flervariabelanalys och differentialekvationer för att modellera fysikaliska problem.

- Behärska fältbegreppet. Skalära fält, vektorfält, tensorfält. Beräkna och skissera ekvipotentialytor och fältlinjer. Räkna ut och förstå gradient, riktningsderivata, divergens, rotation och Laplaceoperatoren i cartesiska koordinater.
- Behärska elementära metoder för grafisk visualisering av fält, och kunna använda dem som stöd i kursens olika moment.
- Förstå och kunna använda kroklinjiga koordinater med ortogonala basvektorer. Givet relationen mellan de kroklinjiga och cartesiska koordinaterna, kunna räkna ut och tolka skalfaktorer. Kunna beräkna gradient, divergens och rotation och Laplaceoperatoren i givna kroklinjiga koordinater (speciellt sfäriska och cylindriska).
- Kunna beräkna linje-, yt-, och volymintegraler genom parametrisering och i kroklinjiga koordinater. Tillämpa linjeintegral på mekaniskt arbete. Tillämpa ytintegral på flöde genom yta. Volymintegral för att integrera en täthet.
- Kunna använda Gauss och Stokes satser i konkreta beräkningar och för teoretiska överlägganden.
- Förstå och kunna härleda kontinuitetsekvationen utgående från en storhets bevarande.
- Kunna hantera indexnotation (tensornotation), inklusive Einsteins summationskonvention, för vektorer, matriser och mer allmänna tensorer. Förstå och bevisa hur resultat av multiplikation och "kontraktion" ger tensorer som resultat. Kroneckers delta och Levi-Civita-tensorn. Kryssprodukt, skalär trippelprodukt och determinant i termer av Levi-Civita-tensorn. Identiteter för produkter av två ϵ . Identiteter för uttryck med två derivator, t.ex. rot rot.
- Kunna hantera Diracs deltafunktion i en och flera dimensioner. Approximationer genom "smala och höga" funktioner. Kunna utföra integraler med deltafunktioner i integranden.
- Förstå och känna igen enkla typer av singulära fält: punktkälla, linjekälla, virveltråd i termer av deltafunktioner. Kunna utföra integraler med singulära fält. Kunna använda Gauss och Stokes satser i närvaro av singulära källor och virvlar.
- Kunna och kunna tillämpa kriterierna för existens av skalär potential och vektorpotential till vektorfält. Tolkning och tillämpning av rotationsfrihet i termer av konservativt

kraftfält och i termer av elektrostatiskt fält. Tolkning och tillämpning av divergensfrihet i termer av magnetostatiskt fält.

- Laplaces och Poissons ekvationer. Känna till entydigheten av lösningar för vissa randvillkor: Dirichlets och Neumanns. Kunna lösa genom vettiga ansatser i enkla geometrier med enkla randvärden.
- Greensfunktioner. Definition av Greensfunktion till Poissons ekvation som lösning till ekvationen med punktkälla. Kunna tillämpa principen för att lösa Poissons ekvation på \mathbb{R}^2 och \mathbb{R}^3 med givna källfördelningar.
- Kunna tillämpa speglingsmetoden för Laplaces ekvation med Dirichlets och Neumanns randvillkor på plan.
- Visa viss kännedom om separationsmetoden. Kunna tillämpa den i enkla fall med ledning av randvärdenas utseende.
- Kunna härleda och förstå värmeledningsekvationen. Dess relation till Poissons ekvation. Kunna tillämpa Greensfunktionsmetod (man behöver inte kunna Greensfunktionen utantill) för begynnelsevärdesproblem vid värmeledning på \mathbb{R}^D . Kunna lösa stationära värmeledningsproblem med och utan värmekällor.
- Visa kännedom om Maxwells ekvationer i vacuum, med källor och strömmar. Kontinuitetsekvationen för elektrisk laddning och ström, och dess relation till Maxwells ekvationer. Tillämpningar på elektrostatiska och magnetostatiska problem: potentialer och vektorpotentialer från laddnings- och strömfördelningar. Kunna härleda vågekvationen för elektriska och magnetiska fälten från Maxwells ekvationer. Kunna hantera storheter relevanta för vågrörelse: frekvens, vinkelfrekvens, våglängd, vågvektor, vågtal,... Känna till begreppet dispersionsrelation och kunna avläsa dispersionsrelationen från en linjär differentialekvation med våglösningar. Elektromagnetiska vågor i vacuum.
- Kunna använda metoder och tankemönster från kursen och tidigare kurser för att hantera nya och oväntade problem.