

TME031 Mekanik – dynamik, 7,5hp*Kursinformation, läsperiod i 2020/21***Allmänt**

Kursen ges av institutionen för mekanik och maritima vetenskaper, Hörsalsvägen 7a, plan 3. Som kursregistrerad får du en inbjudan till kursen Canvas-sida. Schema enligt TimeEdit.

‘Mekanik – dynamik’ är en grundkurs i klassisk (Newtonska) mekanik och behandlar dynamik för partiklar och för stela kroppar. Som sådan kan den uppfattas som en direkt fortsättning på statikdelen i kursen ‘Statik och hållfasthetslära’ (MTM021). Den klassiska mekaniken är tillämpbar på system av enormt varierande storlek, från himlakroppar ner till partiklar motsvarande molekyler. (Det är först för mindre system än så, som vi måste tillgripa kvantfysiken; och om vi måste hantera hastigheter som närmar sig ljushastigheten behöver relativistisk mekanik, som tar hänsyn till massans hastighetsberoende, tas till). Den klassiska mekaniken grundar sig på Newtons lagar, som talar om hur en kraft påverkar rörelsen hos en kropp, och är alltså tillämpbar på en stor uppsättning problemställningar.

Eftersom observationer av mekaniken ständigt finns runt omkring oss, är det ett lämpligt ämne för att öva matematiskt modellering, dvs att med matematik som verktyg analysera fenomen och samband. Ett syfte med ‘Mekanik – dynamik’ är att formulera verkligheten i matematiska modeller, lösa dessa, samt därefter bedöma rimligheten i både modell och lösning.

Innehåll

Partikeldynamik: kinematik, rörelselagar och konserveringslagar. Arbete och energi. Rörelsemängd och rörelsemängdsmoment. Svängningsrörelse. Partikelsystem.

Stelkroppsdynamik: plan kinematik; rotation och translation. Allmän plan rörelse, konserveringslagar. Massströghetsmoment. System av stela kroppar. Stötproblem.

Mål och syfte

Öva matematiskt modellbyggande och abstrakt tänkande; ställa upp och lösa matematiska modeller av fysiska problemställningar samt bedöma rimligheten i lösningen. Kunna använda Matlab (eller matematisk programvara) för lösning av de matematiska modellerna. Förstå och tillämpa den klassiska mekanikens grundläggande lagar och begrepp i sådan omfattning att studenterna är väl förberedda för kurser i angränsande ämnen som t.ex maskinelement, materialteknik och tillverknings teknik, samt för fortsättningskurser i mekanik och hållfasthetslära. Bryta ner mekaniska system i delar och analysera dessa var för sig och tillsammans. Kunna utföra en dimensionsanalys och bedöma rimligheten i ett beräkningsresultat. Ha tillräckligt med kunskap och förståelse för att bedöma om noggrannare analyser krävs.

Med *kunna* ska här förstås att man har tillräckliga kunskaper om grundläggande lagar och begrepp för att välja rimliga matematiska modeller, formulera dessa i ekvationer, lösa ekvationerna, bedöma rimligheten i lösningen samt därefter dra slutsatser om systemets funktion.

Lärandemål

- förstå innebörden av begreppen läge, hastighet och acceleration för en partikel, samt kunna tillämpa sambanden mellan dessa vid rätlinjig och kroklinjig plan rörelse
- förstå innebörden av Newtons lagar och begreppet inertialsystem
- kunna frilägga ett system eller del därav och tillämpa Newtons 3:e lag
- kunna tillämpa Newtons 2:a lag på problem vid rätlinjig och kroklinjig rörelse
- förstå innebörden av begreppen kinetisk energi, potentiell energi och arbete samt sambanden mellan dem; förstå innebörden av begreppet konservativ kraft och använda energibetraktelser (energilagarna) för att lösa dynamiska problem
- förstå begreppen rörelsemängd och rörelsemängdsmoment för en partikel och en stel kropp, samt lösa problem där dessa är bevarade
- förstå innebörden av begreppen fria svängningar, påtvingade svängningar, frekvens, vinkelfrekvens, periodtid, resonans, dämpning och dämpade svängningar, samt lösa enklare svängningsproblem

- skriva om en andra ordningens ODE till ett system av första ordningens ODE och numeriskt (approximativt) lösa systemet med Matlab (eller liknande)
- förstå innebörden av lagen för masscentrums rörelse och kunna tillämpa den på stela kroppar och partikelsystem
- förstå innebörden av begreppet masströghetsmoment och kunna beräkna detta med hjälp av formelsamling och parallellförflyttningssatser
- förstå innebörden av begreppen vinkelhastighet och vinkelacceleration för en stel kropp samt känna till sambanden mellan hastigheter och accelerationer för två punkter i kroppen
- förstå begreppen rörelsemängdsmoment och kinetisk energi för en stel kropp, samt kunna beräkna dessa
- kunna lösa problem, inklusive bestämma lagerreaktioner, för stela kroppars rotation kring fix axel och problem vid allmän plan rörelse
- känna till innebörden av begreppen central, excentrisk, rak och sned stöt samt stötkoefficient; lösa problem som involverar centrala stötar
- kunna utföra dimensionsanalys och bedöma rimligheten i samband med problemlösning

Förkunskaper

Kunskaper i statik, matematik och lineär algebra förutsätts, liksom rudimentära programmeringskunskaper, t.ex någon vana vid Matlab

Kursdeltagaren förutsätts behärska friläggning och uppdelning i delsystem samt kunna bilda kraft- och momentsummor i godtyckliga riktningar. Detta inkluderar förtrogenhet med vektorbegreppet, skalär- och vektorprodukter samt projektioner.

Från matematiken behöver man kunna

- elementära funktioner: potens- och exponentialfunktioner, logaritmfunktioner, trigonometriska och hyperboliska funktioner
- funktionsgrafer: hitta extremvärden och nollställten till funktioner; beräkna derivator
- integralkalkyl: linjeintegraler, area- och volymsintegraler
- differentialekvationer: homogen- och partikulärlösning; beräkna homogenlösningar till ordinära differentialekvationer med konstanta koefficienter

Lärare och handledare

Emil Aggestam, emil.agggestam@chalmers.se

vakans

Håkan Johansson, hakan.johansson@chalmers.se

Eric Landström, ericlan@chalmers.se

Marko Milosevic, marko.milosevic@chalmers.se

Lokesh Mopuri, mopuri@chalmers.se

Peter Möller (examinator), peter.moller@chalmers.se, 772 1505

Martin Schreuder, martin.schreuder@chalmers.se

Johannes Törnelli, johannes.tornelli@chalmers.se

Föreläsningar

Peter Möller

Räkneövningar

Emil Aggestam, Eric Landström

Räknestugor

Emil Aggestam, Håkan Johansson/Peter Möller, Eric Landström

Datorövningar/Projektuppgifter

Emil Aggestam, vakans, Håkan Johansson, Eric Landström, Marko Milosevic, Lokesh Mopuri, Martin Schreuder, Johannes Törnell

Organisation

Kursen går i läsperiod 1 2020/21 och ger 7,5 högskolepoäng (hp). En projektdel, omfattande en simuleringsuppgift och en ADAMS-laboration, ger 1,5hp, medan godkänd avslutande skriftlig tentamen ger 6hp. De två momenten registreras var för sig i Ladok.

Kursen ges i form av 23 lektioner om 2*45 minuter där i huvudsak teorin och grundläggande samband går igenom; blandat med detta illustreras materialet med hjälp av problemlösning. Utöver detta erbjuds en renodlad räkneövning varje vecka samt 12 stycken räknestugor där du förväntas arbeta på egen hand (med tillgång till handledning). Projekt-delen av kursen har separat schemalagda handledningstillfällen.

Projekt

Under kursens andra halva, läsvecka 5–8, genomförs ett projekt omfattande 2 deluppgifter: en laboration i en kommersiell programvara (ADAMS) för stelkropps-dynamik och en programmeringsuppgift där något dynamiskt förlopp ska simuleras. Uppgifterna genomförs med fördel i grupper om (högst) två kursdeltagare (men du kan också välja att arbeta ensam) och redovisas för handledare vid dator vid något handledningstillfälle.

Under läsvecka 5–7 finns två schemalagda handledningstillfällen per vecka. Utnyttja denna tid och skjut inte arbetet framför dig. För de som av någon anledning inte har kunnat redovisa senast läsvecka 7, finns ett 7:e schemalagt tillfälle under sista läsveckan; detta kommer att reserveras för i första hand redovisningar. Möjligheten att redovisa efter detta tillfälle är ytterst begränsat, beroende på handledarnas arbetssituation i övrigt.

Duggor

Under kursen ges två (frivilliga) duggor som diagnostiska prov, var och en omfattande 2–3 uppgifter av tentamenskaraktär eller kortare/enklare. Uppgifterna läggs ut som 'Problem' i Canvas och du kan där lämna in lösningsförslag (i form av pdf-filer). Skrivningstiden är 2 timmar inklusive tid för att ladda upp lösningsförslag. Den återkoppling du får ger dig en möjlighet att bedöma hur du ligger till i kursen och eventuellt fundera på om det är något du behöver titta närmare på.

Dugga 1 måndag 21/9 10.00–11.45: omfattar materialet i lärobokens kapitel 5 samt avsnitten 6.1–6.3

Dugga 2 måndag 12/10 10.00–11.45: omfattar materialet i lärobokens avsnitt 6.4 samt kapitel 7 och 8

Kurslitteratur

- Per-Åke Jansson, Ragnar Grahn, Mikael Enelund, *Mekanik*, Studentlitteratur (2018). (ISBN 978–91–44–11659–4)
- M.M. Japp, *Formelsamling i mekanik*, Institutionen för teknisk mekanik, Chalmers (2003)

Examination

Projektdelen redovisas vid dator vid handledningstillfälle under kursens gång och ger 1,5hp vid godkänt. En skriftlig tentamen ges vid kursens slut; godkänd tentamen ger 6hp.

Skriftlig tentamen

Tentamen omfattar 5 uppgifter som vardera kan ge maximalt 5 poäng; eventuella 'bonuspoäng' från de skriftliga duggorna läggs till poängen från tentamensskrivningen. För betyg 3, 4 och 5 krävs minst 10, 15 respektive 20 poäng.

Tillåtna hjälpmedel (salstentamen): Formelsamling i mekanik (M.M. Japp), typgodkänd räknare, matematisk formelsamling (Beta, SMT eller likvärdigt). Anteckningar i medhavda hjälpmedel är inte tillåtna.

Vid ev. hemtentamen (via Canvas och Zoom) är alla hjälpmedel tillåtna. Tentamen ska dock genomföras på egen hand.

Ordinarie tentamen: onsdag 28/10, 8.30–13.30.

1a omtentamen: torsdag 7/1 2021, 8.30–13.30.

2a omtentamen: fredag 27/8 2021, 8.30–13.30.

Du måste föranmäla dig för att få tentera.

Tid och/eller plats för tentamen ändras ibland, så ta för vana att alltid kontrollera via studieportalen. Där finner du också information om när du senast måste anmäla dig till tentamen.

Detaljerad plan

Siffror inom parentes är hänvisningar till avsnitt i läroboken. Samtliga exempelproblem är hämtade ur läroboken. 'Hemproblem' är *rekommenderade* exempel för egen verksamhet; **understrukna fetmarkerad** är exempel du i första hand bör försöka lösa. Har du besvär med hemtalen, kan du börja med att titta igenom de **basuppgifter** som hör till respektive avsnitt. Se även de lösta exempel som finns i läroboken (blå sidor); dessa är utomordentligt väl genomarbetade och ges i direkt anknytning till genomgången av bakomliggande teori.

Läsvecka 1 — 31/8 – 6/9.

Mån 13–15 Fö1: Partikelns kinematik: rätlinjig rörelse (kap. 5.1)

Tis 15–17 Fö2: Partikelns kinematik: kroklinjig rörelse (5.2abc)

Ons 10–12 **Rö1: exempel 5.4, 11, 18, 41, 47, 50**

Ons 13–15 Fö3: Partikelns kinetik, Newtons lagar: tillämpningar, rätlinjig rörelse (6.1–6.2a)

Fre 8–10 Fö4: Newtons lagar: tillämpningar, kaströrelse (6.2b)

Fre 10–12 **Räknestuga**

Hemproblem: **5.5, 7**, 12, **17**, 32, 35, **44**, 45, **48**, 51

Läsvecka 2 — 7/9 – 13/9

Mån 8–10 Fö5: Newtons lagar: tillämpningar, kroklinjig rörelse (6.2b)

Mån 10–12 **Räknestuga**

Ons 10–12 **Rö2: 6.23, 30, 68, 73, 84, 85**

Ons 13–15 Fö6: Partikelns kinetik, härledda lagar: arbete, effekt, lagen för kinetisk energi (6.3ab)

Fre 8–10 Fö7: Partikelns kinetik, härledda lagar: potentiell energi, energilagen (6.3c)

Fre 10–12 **Räknestuga**

Hemproblem: 6.2, **15, 27, 43, 56, 62**, 86, 93

Läsvecka 3 — 14/9 – 20/9

Mån 8–10 Fö8: Partikelns kinetik, härledda lagar: potentiell energi, energilagen (6.3c)

Mån 10–12 **Räknestuga**

Ons 10–12 **Rö3: 6.113, 122b, 126, 130, 137**

Ons 13–15 Fö9: Partikelns kinetik, härledda lagar: rörelsemängd och impuls, rörelsemängdsmoment och impuls-moment (6.3de)

Fre 8–10 Fö10: Svängningsrörelse: fria odämpade svängningar (6.4a)

Fre 10–12 **Räknestuga**

Hemproblem: 6.106, **110, 112**, 120, 123, **125, 131, 138**, 149, 152, **157**

Läsvecka 4 — 21/9 – 27/9

Mån 10–12 **Diagnostiskt prov 1**

Mån 13–15 F11: Svängningsrörelse: dämpade svängningar (6.4b)

Ons 10–12 F12: Intro till ADAMS(?). Svängningsrörelse: påtvingade svängningar (6.4c)

Ons 13–15 **Rö4: 6.166ab, 170b, 184, 195, 208**

Fre 8–10 F13: Partikelsystem: lagen för masscentrums rörelse, arbete och energi (7.1–2)

Fre 10–12 **Räknestuga** Hemproblem: 6.166c, 169ac, **170a, 172, 180b**, 190, 194, **199**, 206

Läsvecka 5 — 28/9 – 4/10

Mån 8–10 F14: Partikelsystem: rörelsemängd och impuls, rörelsemängdsmoment och impulsmoment (7.3ab)

Mån 10–12 **Räknestuga**

Mån 13–15 **Projekthandledning 1**

Ons 10–12 F15: Stela kroppars plana rörelse; kinematik: rotation kring fix axel, rotationshastighetsvektorn (8.1). Allmän plan rörelse; hastighetssamband (8.2a)

Ons 13–15 **Rö5: 7.12, 16, 29, 37, 47**

Fre 8–10 F16: Stela kroppars plana rörelse; kinematik: momentancentrum, accelerationssamband (8.2b–c)

Fre 10–12 **Projekthandledning 2**

Fre 13–15 **Räknestuga**

Hemproblem: **7.1, 11, 15**, 17, 18ab, 31, **32**, 39, 46

Läsvecka 6 — 5/10 – 11/10

Mån 8–10 F17: Stela kroppars plana rörelse; kinematik: tröghetsmoment (App.I.1)

Mån 10–12 **Räknestuga**

Mån 13–15 **Projekthandledning 3**

Ons 10–12 **Rö6: 8.9, 21, 29, 41ac, AppI.10, 15**

Ons 13–15 **Projekthandledning 4**

Ons 15–17 F18: Stela kroppars plana rörelse; kinetik; rotation kring fix axel: Lagarna för masscentrums rörelse och rörelsemängdsmoment (9.1a). Arbete och energi (9.1b) Lagerreaktioner (9.1c)

Hemproblem: **8.4**, 8, 12, 20, **23, 28**, 36, **AI.3, 6**, 11, 20, **21c**

Läsvecka 7 — 12/10 – 18/10

Mån 10–12 **Diagnostiskt prov 2**

Mån 13–15 F19: Stela kroppars plana rörelse; kinetik. Allmän rörelse: Lagarna för masscentrums rörelse och rörelsemängdsmomentet m.a.p masscentrum (9.2a)

Tis 13–15 **Projekthandledning 5**

Ons 10–12 Fö20: Stela kroppars plana rörelse; kinetik. Allmän rörelse: Arbete och energi (9.2b)

Ons 13–15 **Projekthandledning 6**

Ons 15–17 **Rö7: 9.8, 14a, 42, 51, 71a**

Fre 8–10 Fö21: System av kroppar: allmänna tillämpningar, konservering (10.1), Stöt: allmänna begrepp och lagar (10.2a)

Fre 10–12 **Räknestuga**

Hemproblem: **9.10abc**, 22, **25**, 32, **33**, 35, 39, **41a**, 48, 53, 68, **70**, 76

Läsvecka 8 — 19/10 – 25/10

Mån 8–10 Fö22: System av kroppar; stöt: Rak central stöt, stötkoefficient (10.2b). Sned central stöt (10.2c)

Mån 10–12 Räknestuga

Mån 13–15 Reservtid för redovisning av projektuppgifter

Ons 10–12 Rø8: 10.17, 23, 28, 43, 52

Ons 13–15 Fö23: reservtid/repetition enl. önskemål

Fre 10–12 Räknestuga

Hemproblem: **10.6, 13**, 21, 22, 31, 37, 42, **49**, 51

Förändringar sedan 2019

Kursen ges i stora delar på distans via Zoom enligt anvisningar från rektorsämbetet. Möjlighet till handledning/hjälp finns i begränsad omfattning vid räknestugor och under datorhandledning.

Övningsskrivningar från tidigare år utgår och ersätts av (frivilliga) diagnostiska prov.