



KTH Mekanik
Christer Nyberg

Teori-instuderingsuppgifter i partikeldynamik

kap 1 (kap 6 i gamla boken)

01. Dynamiken brukar indelas i kinematik och kinetik. Ange vad dessa delområden handlar om.
02. I vilket fall kan partikelmodellen användas för en kropp?
03. Förklara begreppen referenssystem och koordinatsystem.
04. Vad menas med ett tvångsvillkor på en rörelse?
05. Bestäm sambandet mellan tidsderivatorna av en vektor i ett fixt respektive rörligt koordinatsystem.
06. Visa att derivatan av en vektor med konstant längd är vinkelrät mot vektorn själv.
07. Definiera begreppen förflyttning, tillryggalagd väg, medelhastighet, hastighet, medelacceleration och acceleration för tre dimensioner.
08. Bankurvan är uppritad. Vilken riktning har hastigheten?
09. Vilka är fördelarna med en vektorbeskrivning av kinematiken?
10. Definiera begreppen förflyttning, medelhastighet, hastighet, medelacceleration och acceleration för en dimension.
11. För rätlinjig rörelse är hastigheten (grafiskt) given som funktion av tiden. Vad betyder tangenten till, respektive ytan under, denna kurva?
12. För rätlinjig rörelse kan accelerationen ges som en funktion av tiden, hastigheten eller läget. Bestäm i dessa olika fall (allmänt och i speciella exempel) med integrering samband mellan läge, hastighet och tid.
13. Om en projektils bankurva sägs vara en kastparabel, vilka idealiseringar har då gjorts?
14. Härled kastparabelns ekvation.
15. Bestäm accelerationens kartesiska komponenter för cirkelrörelse,
16. Visa genom motexempel att accelerationens storlek inte är detsamma som tidsderivatan av farten (fartökningen).
17. Rita i olika punkter på en godtycklig bankurva hastighet, acceleration, krökningsradie, krökningscentrum och basvektorerna i det naturliga koordinatsystemet.
18. Utgå från uttrycket för hastighet och härled accelerationens komponenter i det naturliga systemet.
19. Ange accelerationens komponenter vid cirkelrörelse om fart, fartökning och radie är givna.
20. Definiera de tre basvektorerna för det naturliga koordinatsystemet.
21. Härled krökningsradien uttryckt i hastighet och acceleration genom att kryssmultiplicera dessa storheter.
22. Definiera de tre basvektorerna i cylinderkoordinater om Ortsvektorn är känd.
23. Utgå från Ortsvektorn i cylinderkoordinater och härled hastighetens och accelerationens komponenter.
24. Förklara ingående termer i uttrycket för accelerationen i cylinderkoordinater genom att betrakta specialfallen rätlinjig rörelse och cirkelrörelse.

kap 2 (kap 7 i gamla boken)

01. Vad menas med ett inertialsystem?
02. Vilken storhet bestämmer partikelns tröghet (att ändra hastighet).
03. Hur bevisas kraftekvationen för en partikel???
04. Ange förutsättningen för Newtons andra lag.
05. Definiera masscentrum och rörelsemängd för ett partikelsystem.
06. Härled kraftekvationen för ett partikelsystem. Ange förutsättningen för dess giltighet.
07. Formulera Newtons tre lagar.
08. Varför gäller egentligen inte kraftekvationen i ett referenssystem som är fixt i ett rum på jordytan?
09. Vilken ekvation kallas också för rörelseekvationen?
10. Beskriv med exempel rörelse med och utan tvång.
11. Vad menas med antal frihetsgrader i ett mekanikproblem?
12. Vad innebär friläggning i dynamiken?
13. Vid vilken problemformulering kan kroppar behandlas som partiklar?
14. Skriv upp kraftekvationens komponenter i kartesiska koordinatsystemet, i naturliga koordinatsystemet och i cylinderkoordinater.
15. Visa att för cirkelrörelse spelar det ingen roll om man väljer naturliga komponenter eller cylinderkoordinater.

kap 3 (kap 8 i gamla boken)

01. Definiera det arbete som uträttas vid en infinitesimal förflyttning.
02. Arbetet vid en infinitesimal förflyttning kan beräknas som kraft gånger förflyttning i kraftens riktning eller förflyttningen gånger kraften i förflyttningens riktning. Förklara detta med enkelt exempel.
03. Vilken är dimensionen och SI-enheten för arbete resp kraftmoment?
04. Hur beräknas arbetet vid en ändlig förflyttning?
05. Beräkna det arbete som uträttas av en fjäderkraft.
06. Fjädrar behandlas enkelt genom att man anger en fjäderkonstant. Vilken idealisering gör man då?
07. Definiera kinetisk energi och visa att arbetet är lika med förändringen i kinetisk energi.
08. Ange uttrycket för kinetisk energi i olika koordinatsystem genom att använda hastighetskomponenterna.
09. Visa att $dU = \mathbf{F} \cdot d\mathbf{r} = mv_t dv_t$.
10. Vilka fördelar kan man vinna med en energiekvation i stället för kraftekvationen vid problemlösning?
11. Definiera med formel och förklaringar en krafts effekt på en partikel.
12. Vad menas med en konservativ kraft?
13. Bestäm utgående från definitionen, den potentiella energin för tyngdkraft, fjäderkraft, gravitationskraft och andra enkla krafter.

kap 4 (kap 9 i gamla boken)

01. Definiera rörelsemängd och härled impulslagen.
02. När är rörelsemängden en rörelsekonstant för en resp två partiklar?
03. Beskriv den matematiska modellen för stöt (stöttid, lägeändring acceleration under stöttid, stötkrafter...).
04. Definiera en rak central stöt.
05. Definiera studstalet och visa att det kan uttryckas i relativa hastigheterna före och efter stöt. Ställ upp ekvationerna för en sned central stöt.
06. Varför används nästan aldrig energiekvationen vid stötproblem?

kap 5 (kap 10 i gamla boken)

01. Definiera rörelsemängdsmoment och härled momentekvationen.
02. Härled impulsmomentekvationen.
03. När är rörelsemängdsmomentet en rörelsekonstant?

kap 6 (kap 11 i gamla boken)

01. Definiera begreppen centralkraft och centralkraft rörelse.
02. Visa att för centralkraft rörelse är rörelsemängdsmomentet en rörelsekonstant.
03. Visa att för centralkraft rörelse är bankurvan plan (ange planets ekvation!).
04. Härled för plan rörelse uttrycket för rörelsemängdsmomentet i cylinderkoordinater.
05. Förklara geometriskt med tydlig figur begreppet sektorhastighet.
06. Ange kraftekvationen för centralkraft rörelse i cylinderkoordinater.
07. Visa med kraftekvationen som utgångspunkt att sektorhastigheten (eller rörelsemängdsmomentet H_z) är konstant vid centralkraft rörelse.
08. Formulera och förklara med figur Keplers andra lag.
09. Gäller för centralkraft rörelse något av uttrycken $H_z = mrv$ eller $H_z = mrv_\theta$?
10. -----Struken fråga!-----
11. Vad menas med Keplerrörelse?
12. Skriv upp kraftekvationens radialkomponent för Keplerrörelse och bilda en första integral till den.
13. Härled bankurvans ekvation vid Keplerrörelse.
14. Vad säger Keplers första lag?
15. Hur beräknas omloppstiden för en satellit i en elliptisk bana om sektorhastigheten och ellipsens area är kända?
16. Formulera Keplers tredje lag.
17. Vilka olika bankurvor är möjliga för Kepler-rörelse?
18. Redogör för sambandet mellan excentricitet, energi och bankurva. Sambandet mellan energi och excentricitet antas känt.
19. För Keplerrörelse kan man vid problemlösning utnyttja två rörelsekonstanter. Ange dessa och deras samband med kraftekvationens cylinderkomponenter.

kap 7 (kap 12 i gamla boken)

01. Vad menas med en svängningsrörelse med en frihetsgrad?
02. Hur erhålles rörelseekvationen för ett svängande system?
03. Definiera odämpad fri svängning.
04. Vad menas med en linjär, mjuk respektive hård fjäder (figur!).
05. Vad kännetecknar en enkel harmonisk rörelse?
06. Utgå från kraftekvationen för ett massa-fjäder-system som rör sig horisontellt och rätlinjigt. Bestäm lösningens utseende, identifiera egenvinkelfrekvensen, perioden och amplituden. Hur bestäms konstanterna i lösningen?
07. Beskriv geometriskt sambandet cirkelrörelse-sinuskurva.
09. Ställ upp kraftekvationen för ett svängande system med viskös dämpning. Definiera den dimensionslösa dämpningsfaktorn ζ och bestäm med en ansats den allmänna lösningen.
10. Definiera kritisk, svag respektive stark dämpning och skriv upp motvarande lösningar utgående från den allmänna lösningen.
11. Visa att för stark dämpning passerar jämviktsläget högst en gång. Ange vad som bestämmer om det blir jämviktspassage eller ej!
12. Hur påverkar dämpning systemets frekvens?
13. Definiera det logaritmiska dekrementet.
14. Skriv upp rörelseekvationen för en påtvingad dämpad svängning.
15. Visa att en harmonisk rörelse hos en vägg eller golv av ett svängande system motsvarar påtvingad svängning med en harmonisk kraft.
16. Bestäm med ansats partikulärlösningen till en påtvingad svängning.
17. Definiera förstöringsfaktorn och fasförskjutningen för en påtvingad svängning. Beskriv med figur dessa storheters frekvensberoende.
18. Förklara begreppet resonans.
19. Förklara transient-, "steady state"-, homogen- och partikulärlösning.
20. Förklara hur ett svängande system kan fungera som en accelerometer eller seismometer beroende på val av systemparametrar.
21. För vilken typ av svängningsrörelse kan rörelseekvationen fås med lagen om energins bevarande? Genomför denna härledning.