



# Modeller och verklighet för datateknik, 7.5 hp (V23)

## Arbetsuppgift 1:

Satellitdockning

Jörgen Ekman och Magnus Ödmo  
Fakulteten för teknik och samhälle  
Malmö universitet

## Innehåll

1	Problembeskrivning	2
2	Sammanfattning av krav för godkänd arbetsuppgift	3
3	Material till arbetsuppgiften	3
4	Kompletterande frågor	4
5	Arbetsuppgiftens mål	5
6	Läsansvisningar	5

# 1 Problembeskrivning

Satelliter används idag flitigt, både för kommersiell användning (väder, telekommunikation, etc.) och för forskningsändamål. Ibland behöver två satelliter kopplas ihop, vilket benämns att satelliterna dockar.



Figur 1: *Unpiloted ISS Progress Supply docking with ISS (Wikipedia).*

Uppgiften går ut på att skriva en funktion till ett enkelt simuleringsprogram som körs i PYTHON. Före, under och efter dockningen så rör sig satelliterna enligt fysikens lagar. Funktionen ska innehålla den fysikaliska delen av dockningen. Vi gör här antagandet att alla yttre krafter, såsom gravitationskrafter från jorden, kan försummas. Vidare försummar vi att satelliterna rör sig i omloppsbanor runt jorden, och antar istället att satelliterna rör sig längs räta linjer.

I simuleringsprogrammet antas att den ena satelliten befinner sig i vila, medan den andra kan röra sig i en dimension genom att påverkas av (raket)krafter framåt eller bakåt. Storleken av kraftpåverkan bestäms av användaren av simuleringsprogrammet. Vid anrop av funktionen finns i in-variablerna kännedom om satelliternas läge och hastighet vid tiden  $t$ , samt storleken på den kraft som påverkar den ena satelliten och tidstegets storlek. Funktionen uppgift är att bestämma båda satelliternas lägen och hastigheter vid tiden  $t + \Delta t$ , där  $\Delta t$  är ett litet tidssteg. **Speciellt ska funktionen bestämma om dockning sker inom tidssteget, och i så fall bestämma hur det sammansatta systemet rör sig efter dockningen.**

För att dockningen ska lyckas så krävs, förutom att satelliterna kommer i kontakt, att satelliternas inbördes relativa hastighet inte är alltför stor. **Om detta är uppfyllt kan dockningen fysikaliskt sett betraktas som en (fullständigt) inelastisk stöt. Om istället den relativa hastigheten är för stor, så antas att satelliterna genomgår en elastisk kollision, utan att docka.**

Mer information om dockningen finns i kommentarerna i simuleringsprogrammet. Uppdateringen av variablerna sker i början av filen.

Förutom att konstruera subrutinen i PYTHON, så ingår det i uppgiften att skriva en rapport som beskriver den fysik som utnyttjas i subrutinen och som innehåller koden till en fungerande funktion. Rapporten ska formuleras med egna ord (kopiering av text från t.ex. läroböcker är ej tillåtet) och

innehålla svar på och diskussion av 'kompletterande frågor' som ingår i instruktionsmaterialet till arbetsuppgiften.

## 2 Sammanfattning av krav för godkänd arbetsuppgift

- Godkänd plan för arbetsuppgiften (en per grupp).
- Skriva en korrekt fungerande funktion till ett simuleringsprogram i PYTHON för satellitdockning (en per grupp).
- Skriva en rapport (en per grupp) som innehåller en beskrivning av fysiken i funktionen.
- Hålla en muntlig presentation där resultatet presenteras (gruppredovisning).

## 3 Material till arbetsuppgiften

- Problembeskrivning (detta dokument)
- Ofullständigt simuleringsprogram, på Canvas
- Laborationsmanual, på Canvas
- Föreläsningsanteckningar, på Canvas
- Kompendium - Om numerisk lösning av dynamiska problem inom fysik, på Canvas
- Kompendium - Programmering i Python, på Canvas

## 4 Kompletterande frågor

Lösningen till problemet ska i sin redogörelse innehålla svar på nedan frågor. Svaren ska ges med egna ord och bör bakas in i texten i rapporten, snarare än att anges explicit fråga för fråga.

- Definition av begreppet hastighet, och hur denna definition kan utnyttjas till att beräkna en förflyttning under ett tidsintervall  $\Delta t$ .
- Definition av begreppet acceleration, och hur denna definition kan utnyttjas till att beräkna en hastighetsförändring under ett tidsintervall  $\Delta t$ .
- Skillnaden mellan en tidsdiskret och en tidskontinuerlig simulering av hastighet och acceleration.
- Vad som menas med ett frilägningsdiagram?
- Vilken betydelse har Newtons andra lag vid behandlingen av problem?
- Vilken betydelse har Newtons tredje lag vid behandlingen av problem?
- Vad menas med att ett system är i (mekanisk) jämvikt?
- Vad menas med tröghet? Vad är ett mått på ett objekts tröghet?
- Om ett objekt ges en viss acceleration, hur stor kraft behövs?
- Vad är rörelsemängd och vad är impuls?
- Vad menas med en elastisk, respektive oelastisk stöt?
- Redogör för vilka villkor som måste gälla för att rörelsemängden ska bevaras.
- Hur definieras rörelseenergi och lägesenergi?
- Redogör för vilka villkor som måste gälla för att olika typer av energi ska bevaras.
- Vilket samband finns mellan masscentrum för ett system, dess rörelse och totala rörelsemängden för systemet.

## 5 Arbetsuppgiftens mål

Efter genomförd arbetsuppgift så ska du som student kunna

- redogöra för definitionen av begreppet hastighet, samt använda denna definition till att beräkna en förflyttning under ett tidsintervall  $\Delta t$ ,
- redogöra för definitionen av begreppet acceleration, samt använda denna definition till att beräkna en hastighetsförändring under ett tidsintervall  $\Delta t$ ,
- konstruera ett friläggningsdiagram i en given problemställning där krafter verkar,
- redogöra för vad som menas med (mekanisk) jämvikt, samt utnyttja detta för att analysera ett givet system,
- redogöra för Newtons rörelselagar,
- redogöra för hur krafter kan uppstå vid kollisioner mellan objekt, genom att utnyttja bevarande av rörelsemängd och impuls,
- redogöra för i vilka situationer som rörelsemängd kan bevaras,
- redogöra för i vilka situationer som energi kan bevaras,
- göra en kvalitativ modell av ett dynamiskt system, d.v.s ett system som förändrar sitt rörelsetillstånd, antingen genom kollisioner eller genom annan kraftpåverkan,
- redogöra för hur masscentrum kan beräknas, samt masscentrums rörelse samt
- föra en kvalitativ diskussion om det fysikaliska begreppet tröghet.

## 6 Läsansvisningar

De kunskaper som behövs för att kunna lösa arbetsuppgiften kan inhämtas från nedan avsnitt i respektive referensbok. Dessa avsnitt bör läsas grundligt. Utnyttja gruppen och schemalagda frågetimmar till att fråga på sådant du inte förstår.

Ämne/område	Bok	Kapitel	Sidor
En-dimensionell kinematik (läge, hastighet och acceleration)	Walker, 3rd ed.	2.1 - 2.4	17-29
	Walker, 4th ed.	2.1 - 2.4	19-30
Newtons rörelselagar	Walker, 3rd ed.	5.1 - 5.4	107-121
	Walker, 4th ed.	5.1 - 5.4	111-125
Rörelsemängd och impuls	Walker, 3rd ed.	9.1 - 9.4	240-252
	Walker, 4th ed.	9.1 - 9.4	255-266
Inelastisk och elastisk stöt	Walker, 3rd ed.	9.5 - 9.7	253-269
	Walker, 4th ed.	9.5 - 9.7	267-284