



Kandidaatintutkielma  
Fysikaalisten tieteiden kandiohjelma  
Teoreettinen fysiikka

# Symplektiset integrointimenetelmät

Arttu Hyvönen

11.2.2020

Ohjaaja(t): Pauli Pihajoki

Tarkastaja(t): arvostelija Testi  
arvostelija Arvostelija

HELSINGIN YLIOPISTO  
MATEMAATTIS-LUONNONTIETEELLINEN TIEDEKUNTA

PL 64 (Gustaf Hällströmin katu 2a)  
00014 Helsingin yliopisto



Tiedekunta — Fakultet — Faculty		Koulutusohjelma — Utbildningsprogram — Degree programme	
Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta		Fysikaalisten tieteiden kandiohjelma Teoreettinen fysiikka	
Tekijä — Författare — Author			
Arttu Hyvönen			
Työn nimi — Arbetets titel — Title			
Symplektiset integrointimenetelmät			
Työn laji — Arbetets art — Level	Aika — Datum — Month and year	Sivumäärä — Sidantal — Number of pages	
Kandidaatintutkielma	11.2.2020	xxi	
Tiivistelmä — Referat — Abstract			
Kirjoita tiivistelmään lyhyt, enintään 250 sanan yhteenveto työstäsi: mitä olet tutkinut, millaisia menetelmiä olet käyttänyt, millaisia tuloksia sait ja millaisia johtopäätöksiä niiden perusteella voi tehdä.			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords			
L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Additional information			



# Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto</b>	<b>vii</b>
<b>2</b>	<b>Liikkeyhtälöt ja Hamilton</b>	<b>ix</b>
2.1	Systeemi . . . . .	ix
2.2	Hamilton . . . . .	ix
<b>3</b>	<b>Runge-Kutta</b>	<b>xi</b>
3.1	Johto . . . . .	xi
3.2	Toteutus . . . . .	xi
<b>4</b>	<b>Loikkakeino</b>	<b>xiii</b>
4.1	Johto . . . . .	xiii
4.2	Toteutus . . . . .	xiii
<b>5</b>	<b>Vertailu</b>	<b>xv</b>
<b>6</b>	<b>Päätelmät</b>	<b>xvii</b>
<b>7</b>	<b>Liitteet</b>	<b>xix</b>
	<b>Kirjallisuutta</b>	<b>xxi</b>



# 1. Johdanto





## **2. Liikeyhtälöt ja Hamilton**

### **2.1 Systemi**

Systemi(t) joita työssä tarkastellaan ja analyttiset ratkaisut.

### **2.2 Hamilton**

Yhtälöt, joita ruvetaan ratkaisemaan.



## **3. Runge-Kutta**

### **3.1 Johto**

Runge-Kuttan johto.

### **3.2 Toteutus**

Menetelmän toteutus.



## **4. Loikkakeino**

### **4.1 Johto**

Loikkakeinon johto.

### **4.2 Toteutus**

Menetelmän toteutus.



## 5. Vertailu

Vertaillaan Runge-Kuttaa, loikkakeinoa ja analyttistä ratkaisua.





## 6. Päätelmät

Mitä johtopäätöksiä voidaan tehdä tuloksista ja vertailusta.



## 7. Liitteet

Liitteissä voi esitellä esimerkiksi työssä käytettyjä tietokonekoodeja:



# Kirjallisuutta