

# Unveiling the planet formation and evolution with dynamics

## Proefschrift

ter verkrijging van  
de graad van Doctor aan de Universiteit Leiden,  
op gezag van Rector Magnificus prof. mr. xxx,  
volgens besluit van het College voor Promoties  
te verdedigen op xxx xx juni 2026  
klokke xxxx uur  
door

Shuo Huang

Hefei, China  
in 1998

Promotiecommissie

Promotores: Prof. dr. Simon Portegies Zwart Leiden University  
Prof. dr. Chris Ormel Tsinghua University

Overige leden: Prof. dr. xx xx

ISBN: xx

**Front cover:**

Something for the cover.

Some sentences.

*someone, somewhere*



# CONTENTS

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
1.1	Forming stars and planets . . . . .	1
<b>2</b>	<b>When, where, and how many exoplanets end up in orbital resonances?</b>	<b>3</b>
2.1	Introduction . . . . .	4
2.2	Resonance trapping . . . . .	4
2.3	Statistics . . . . .	4
	Appendices . . . . .	4
2.A	Resonance trapping . . . . .	4
<b>3</b>	<b>The dynamics of the special resonance chain systems and their formation: TRAPPIST-1</b>	<b>5</b>
3.1	Introduction . . . . .	6
3.2	Resonance trapping . . . . .	6
3.3	Statistics . . . . .	6
<b>4</b>	<b>The dynamics of the broken resonance chain systems and their formation: the Solar System</b>	<b>7</b>
4.1	Introduction . . . . .	8
4.2	Resonance trapping . . . . .	8
4.3	Statistics . . . . .	8
<b>5</b>	<b>Birth stellar cluster dynamics matters: planet population synthesis with external photo-evaporation</b>	<b>9</b>
5.1	Introduction . . . . .	10
5.2	Resonance trapping . . . . .	10
5.3	Statistics . . . . .	10
<b>6</b>	<b>ALMA signature of closing-spaced pebble-accreting protoplanets in Transition disks</b>	<b>11</b>
6.1	Introduction . . . . .	12
6.2	Resonance trapping . . . . .	12
6.3	Statistics . . . . .	12
	<b>Bibliography</b>	<b>12</b>
	<b>Nederlandse samenvatting</b>	<b>15</b>





# INTRODUCTION

But indeed all the whole story of Comets and Planets, and the Production of the World, is founded upon such poor and trifling grounds, that I have often wonder'd how an ingenious man could spend all that pains in making such fancies hang together.

---

Christiaan Huygens, *Cosmotheoros*, 1698

The central goal in the field of xxx.

## 1.1 Forming stars and planets

In this Section, xxx, Huang & Ormel (2022).



# 2

## WHEN, WHERE, AND HOW MANY EXOPLANETS END UP IN ORBITAL RESONANCES?

---

### ABSTRACT

---

xx

**Aims:** xx

**Methods:** xx

**Results:** xx

**Conclusions:** xx

---

S.E. van Terwisga, E.F. van Dishoeck, M. Ansdell, N. van der Marel, L. Testi, J.P. Williams, S. Faccinini, M. Tazzari, M.R. Hogerheijde, L. Trapman, C.F. Manara, A. Miotello, L.T. Maud, and D. Harsono.

2018, A&A, 616, 88

## **2.1 Introduction**

xx

## **2.2 Resonance trapping**

## **2.3 Statistics**

## **Appendix**

### **2.A Resonance trapping**

xx

# 3

## THE DYNAMICS OF THE SPECIAL RESONANCE CHAIN SYSTEMS AND THEIR FORMATION: TRAPPIST-1

S.E. van Terwisga, E.F. van Dishoeck, M. Ansdell, N. van der Marel, L. Testi, J.P. Williams, S. Facchini, M. Tazzari, M.R. Hogerheijde, L. Trapman, C.F. Manara, A. Miotello, L.T. Maud, and D. Harsono.

2018, A&A, 616, 88

### **3.1 Introduction**

xx

### **3.2 Resonance trapping**

### **3.3 Statistics**

# 4

## THE DYNAMICS OF THE BROKEN RESONANCE CHAIN SYSTEMS AND THEIR FORMATION: THE SOLAR SYSTEM

S.E. van Terwisga, E.F. van Dishoeck, M. Ansdell, N. van der Marel, L. Testi, J.P. Williams, S. Facchini, M. Tazzari, M.R. Hogerheijde, L. Trapman, C.F. Manara, A. Miotello, L.T. Maud, and D. Harsono.

2018, A&A, 616, 88

**4.1 Introduction**

xx

**4.2 Resonance trapping****4.3 Statistics**

# 5

## BIRTH STELLAR CLUSTER DYNAMICS MATTERS: PLANET POPULATION SYNTHESIS WITH EXTERNAL PHOTO-EVAPORATION

S.E. van Terwisga, E.F. van Dishoeck, M. Ansdell, N. van der Marel, L. Testi, J.P. Williams, S. Facchini, M. Tazzari, M.R. Hogerheijde, L. Trapman, C.F. Manara, A. Miotello, L.T. Maud, and D. Harsono.

2018, A&A, 616, 88

## **5.1 Introduction**

xx

## **5.2 Resonance trapping**

## **5.3 Statistics**

# 6

## ALMA SIGNATURE OF CLOSING-SPACED PEBBLE-ACCRETING PROTOPLANETS IN TRANSITION DISKS

S.E. van Terwisga, E.F. van Dishoeck, M. Ansdell, N. van der Marel, L. Testi, J.P. Williams, S. Facchini, M. Tazzari, M.R. Hogerheijde, L. Trapman, C.F. Manara, A. Miotello, L.T. Maud, and D. Harsono.

2018, A&A, 616, 88

## **6.1 Introduction**

xx

## **6.2 Resonance trapping**

## **6.3 Statistics**

## BIBLIOGRAPHY

Huang, S. & Ormel, C. W. 2022, MNRAS[arXiv:2109.10984]



## NEDERLANDSE SAMENVATTING

Hoe ontstaat een planeet zoals de Aarde? En, meer in het algemeen, hoe komt een zonnestelsel als het onze tot stand – en hoe kunnen we de uiteindelijke architectuur van een planetenstelsel verbinden met de eigenschappen van het materiaal dat we rond jonge sterren waarnemen? In de breedste zin is dit de vraag die ten grondslag ligt aan onderzoek naar planetaire dynamica, en dus ook de vraag die centraal staat in dit proefschrift.