

A TEMPLATE DISSERTATION FOR STUDENTS OF PHYSICS AND ASTRONOMY

Your Name Here

A dissertation submitted to the faculty of the University of North Carolina at Chapel Hill in
partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in the
Department of Physics and Astronomy.

Chapel Hill
2022

Approved by:

Your Advisor's Name

COMMITTEE MEMBER 2

COMMITTEE MEMBER 3

COMMITTEE MEMBER 4

COMMITTEE MEMBER 5

©2022
Your Name Here
ALL RIGHTS RESERVED

ABSTRACT

Your Name Here:

A Template Dissertation for Students of Physics and Astronomy
(Under the direction of Your Advisor's Name)

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

To your favorite person

And here — poor fool! — with all my lore, I stand no wiser than before.

— FAUST, Part 1. Night

ACKNOWLEDGMENTS

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus

convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim
sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor.
Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

PREFACE

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES	x
LIST OF FIGURES	xi
LIST OF ABBREVIATIONS	xii
1 Introduction	1
1.1 White dwarf stars in the age of space-based astronomy	1
1.2 Stellar modeling	1
1.3 Stellar observation of WDS with WET, K2, and TESS	2
1.4 LISA and tidal perturbation of WDs	2
1.5 Outline of the remainder of the dissertation	3
2 The Newtonian Theory of Stellar Pulsations	6
2.1 Introduction	6
2.2 Stellar hydrodynamics	6
2.3 Simple stellar models	7
2.3.1 The uniform-density star	7
2.3.2 Polytropic fluid spheres	7
2.4 Newtonian stellar pulsation code	8
2.4.1 Exact error measures	8
2.4.2 Internal error measures	9
2.4.3 Scaling relations	9
2.4.4 Normal mode calculation	10
3 A Chapter Using Tables	12

3.1	How to make convincing sections	12
3.2	Tables could be placed here	13
3.3	A fuller picture.....	13
3.4	Conclusion	14
4	Conclusions and Future Work	16
4.1	Classification of ZZ Ceti.....	16
4.2	Relativistic asteroseismology	16
4.3	Tidal excitation of g-modes	17
4.4	Future work.....	18
4.5	Future code development	18
4.6	Future model improvements	19
4.7	Summa	19
	APPENDIX A: THE NAME OF THE APPENDIX IN ALL CAPS	19
A.1	A section name.....	20
A.2	Another section name	20
	APPENDIX B: YET ANOTHER APPENDIX	20
	BIBLIOGRAPHY	22

LIST OF TABLES

3.1	Comparison of 1PN dipole ($l = 1$) modes to Cutler and Lindblom (1992)	12
3.2	Comparison of 1PN dipole ($l = 1$) modes to Lindblom et al. (1997)	13
3.3	Normal mode frequencies and periods for $n = 0$ polytrope	15

LIST OF FIGURES

2.1	Error in Lane-Emden polytrope code	8
2.2	Residual in Lane-Emden polytrope code	9
2.3	Exact error scaling in polytrope code	10
2.4	Residual scaling in polytrope code	11
2.5	Sketch of nonradial mode solution method	11

LIST OF ABBREVIATIONS

PN	Post-Newtonian
0PN	Newtonian
1PN	First Post-Newtonian
GR	General Relativity
GW	Gravitational Wave
ZAMS	Zero Age Main Sequence
AGB	Asymptotic Giant Branch
WD	White Dwarf
NS	Neutron Star
BH	Black Hole
CHWD	Chandrasekhar White Dwarf
LISA	Laser Interferometry Space Antenna
K2	Kepler Second Life Mission
TESS	Transiting Exoplanet Survey Satellite
RK4	Fourth-Order Runge-Kutta Method
SEC	Stellar Evolution Code

CHAPTER 1: Introduction

1.1 White dwarf stars in the age of space-based astronomy

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. (Shapiro and Teukolsky, 1983). Vivamus viverra fermentum felis.(Howell et al., 2014; Ricker et al., 2014). Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh.(Amaro-Seoane et al., 2017)

1.2 Stellar modeling

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst.Chandrasekhar (1935, see also Chandrasekhar 1931). Cras nec ante.Bethe and Marshak (1939); Lane (1870); Schwarzschild (1946).¹ Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio. Paczyński (1969, see also Paczyński 1970a,b,c) in creating stellar evolution codes that lead to WD production.

Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Donec odio elit, dictum in, hendrerit sit amet, egestas sed, leo. Praesent feugiat sapien aliquet odio. Integer vitae justo. Aliquam vestibulum fringilla lorem. Sed neque lectus, consectetur at, consectetur sed, eleifend ac, lectus. Nulla facilisi. Pellentesque eget lectus. Proin eu metus. Sed porttitor. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse eu lectus. Ut mi mi, lacinia sit amet, placerat et, mollis vitae, dui. Sed ante tellus, tristique ut, iaculis eu, malesuada ac, dui. Mauris nibh leo, facilisis non, adipiscing quis, ultrices a, dui..

¹This is a footnote, and I need to make it long enough so that it wraps around the page so that we can test whether or not the footnotes are aligning properly with the page margin.

See Henyey et al. (1959), or codes such as (such as Paxton et al., 2010). A modern treatment is presented by Kippenhahn et al. (2012, Sec. 12.2).

Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. (Kutter and Savedoff, 1969; Savedoff et al., 1969; van Horn, 1968; van Horn et al., 1972; Vila, 1966). Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis., in particular WDEC (Bischoff-Kim and Montgomery, 2018). Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. (e.g. Bradley, 1996; Bradley et al., 1993; Wood, 1990).

Nulla malesuada porttitor diam.(Cox, 1980; Pekeris, 1938). Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero.(Unno et al., 1979). Vivamus viverra fermentum felis.(Córscico and Benvenuto, 2002).

1.3 Stellar observation of WDS with WET, K2, and TESS

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

1.4 LISA and tidal perturbation of WDs

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

1.5 Outline of the remainder of the dissertation

Morbi luctus, wisi viverra faucibus pretium, nibh est placerat odio, nec commodo wisi enim eget quam. Quisque libero justo, consectetur a, feugiat vitae, porttitor eu, libero. Suspendisse sed mauris vitae elit sollicitudin malesuada. Maecenas ultricies eros sit amet ante. Ut venenatis velit. Maecenas sed mi eget dui varius euismod. Phasellus aliquet volutpat odio. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Pellentesque sit amet pede ac sem eleifend consectetur. Nullam elementum, urna vel imperdiet sodales, elit ipsum pharetra ligula, ac pretium ante justo a nulla. Curabitur tristique arcu eu metus. Vestibulum lectus. Proin mauris. Proin eu nunc eu urna hendrerit faucibus. Aliquam auctor, pede consequat laoreet varius, eros tellus scelerisque quam, pellentesque hendrerit ipsum dolor sed augue. Nulla nec lacus.

The outline of the rest of this dissertation is as follows. Chapter 2 Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus.. Chapter 3 Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam.. Chapter ?? Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu.. Chapter ?? Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl.. Chapter ?? Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero., analogous to those in Chapter ??.. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl.. Finally, Chapter ?? Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum. Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam

tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris. Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa. Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula. Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur. Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio. Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus.

Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos.

Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.1.

I summarize my conclusions in Chapter 4, and propose future work.

CHAPTER 2: The Newtonian Theory of Stellar Pulsations

2.1 Introduction

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

2.2 Stellar hydrodynamics

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris. Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero.

$$\nabla^2 \Phi = 4\pi G \rho \quad (2.1a)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = 0 \quad (2.1b)$$

$$\nabla P = -\rho \nabla \Phi. \quad (2.1c)$$

Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante.

2.3 Simple stellar models

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

2.3.1 The uniform-density star

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

2.3.2 Polytropic fluid spheres

Morbi luctus, wisi viverra faucibus pretium, nibh est placerat odio, nec commodo wisi enim eget quam. Quisque libero justo, consectetur a, feugiat vitae, porttitor eu, libero. Suspendisse sed mauris vitae elit sollicitudin malesuada. Maecenas ultricies eros sit amet ante. Ut venenatis velit. It can be shown that (??) reduces to the Lane-Emden equation (Lane, 1870)

$$\frac{1}{\xi^2} \frac{d}{d\xi} \left(\xi^2 \frac{d\theta}{d\xi} \right) = -\theta^n. \quad (2.2)$$

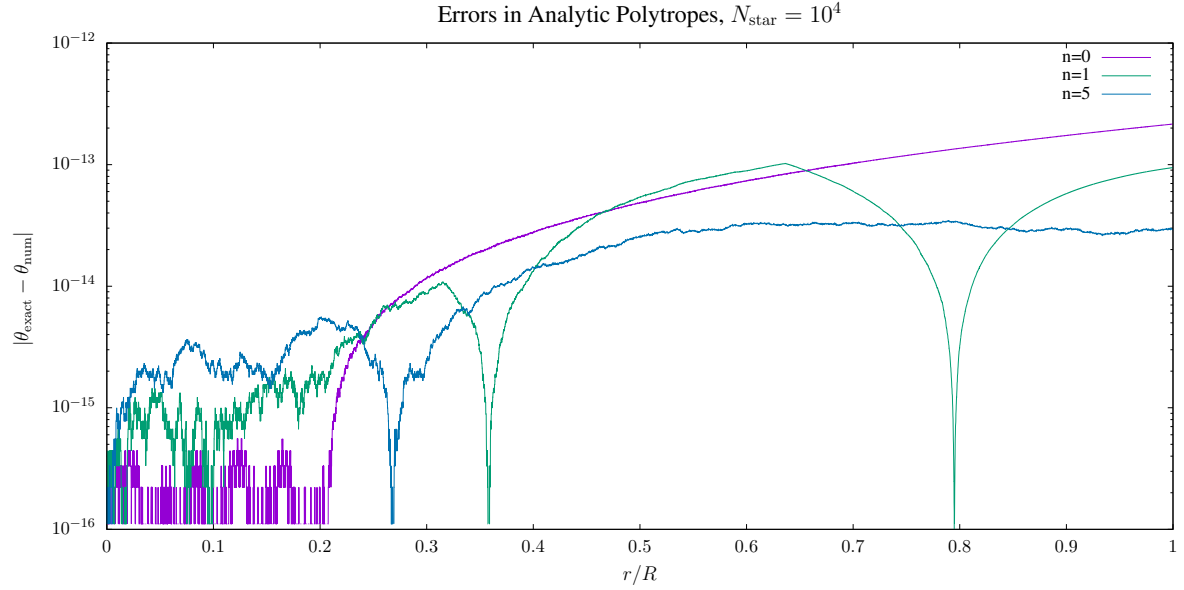


Figure 2.1: The error from comparing numerical solutions to Lane-Emden (2.2) to the exact polytrope solution of (2.3).

Aliquam arcu neque, ornare in, ullamcorper quis, commodo eu, libero. Fusce sagittis erat at erat tristique mollis.

$$n = 0, \quad \theta = 1 - \frac{\xi^2}{6} \quad (2.3a)$$

$$n = 1, \quad \theta = \frac{\sin \xi}{\xi} \quad (2.3b)$$

$$n = 5, \quad \theta = \frac{1}{\sqrt{1 + \xi^2/3}}. \quad (2.3c)$$

Maecenas sapien libero, molestie et, lobortis in, sodales eget, dui.

2.4 Newtonian stellar pulsation code

2.4.1 Exact error measures

Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. This is shown in Figure 2.1. See also Figure 2.2. Nulla ullamcorper vestibulum turpis..

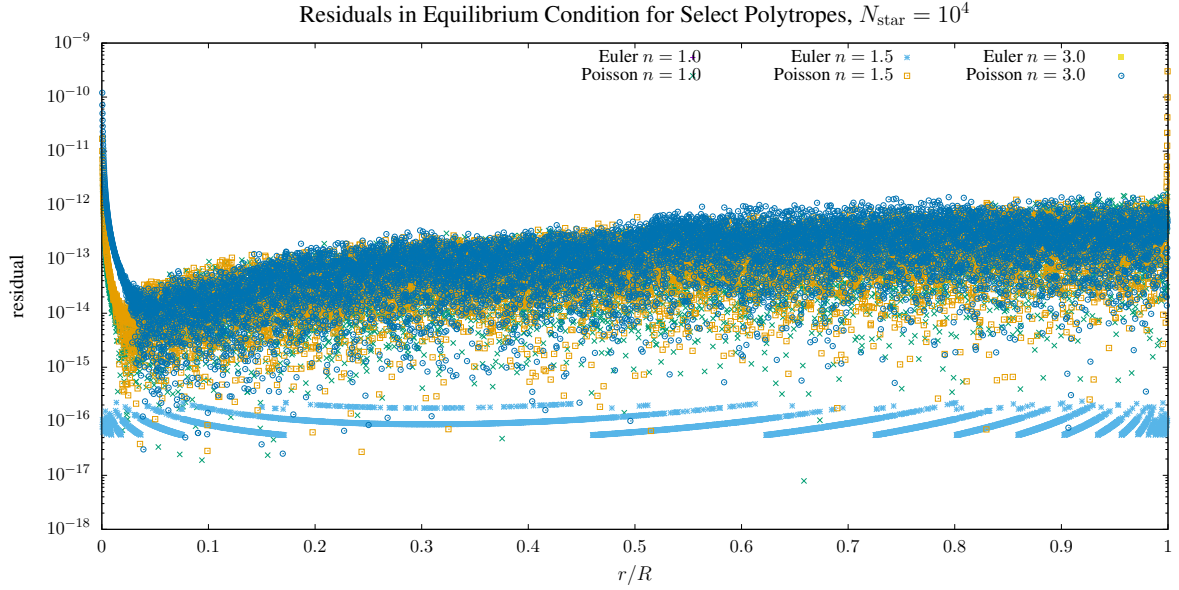


Figure 2.2: The residual for several numerical models of polytrope, as in (2.5), following (??).

2.4.2 Internal error measures

In addition, I can convert the solution in terms of ξ, θ to (??) to a solution in terms of physical variables such as r, ρ, P, Φ and insert these variables back into the original equations (??) to calculate a scaled residual, *e.g.* for (??),

$$\text{res}(r) = \frac{\left| \frac{d}{dr} \left(r^2 \frac{d\Phi}{dr} \right) - 4\pi G \rho r^2 \right|}{\left| \frac{d}{dr} \left(r^2 \frac{d\Phi}{dr} \right) \right| + |4\pi G \rho r^2|}. \quad (2.4)$$

Across a range of indices n , and for $N_{star} = 10^5$, I find this residual to be less than or on the order of 10^{-12} . We define a root-mean square residual (RMSR)

$$\text{RMSR} = \sqrt{\frac{1}{R_{\star}} \int_0^{R_{\star}} \text{res}^2(r) dr} \quad (2.5)$$

which gives an estimate of numerical error. Graphs showing the above fraction for several polytropes are in Figures 2.3, 2.4.

2.4.3 Scaling relations

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur

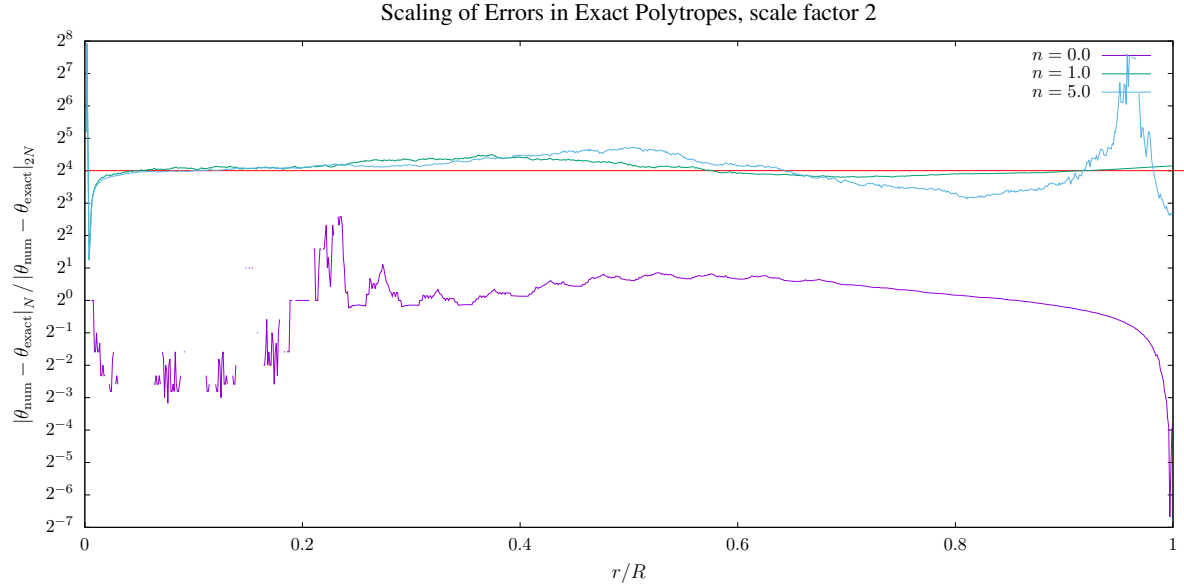


Figure 2.3: Error scaling for polytropes, compared to exact solutions. The $n = 1$ and $n = 5$ polytrope errors scale like 2^4 as expected.

id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum..

2.4.4 Normal mode calculation

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. A schematic of this is shown in Figure 2.5.

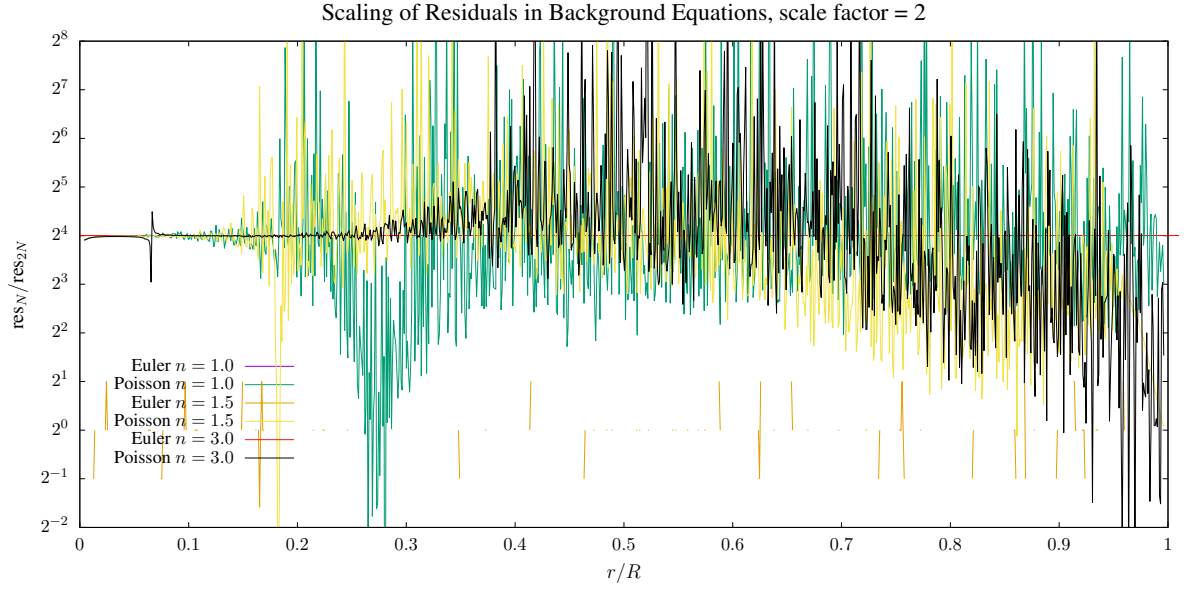


Figure 2.4: The residual scaling for several polytropes, with the residuals as in (2.4). The scaling varies sharply, but strongly clusters around the 2^4 line, as expected.

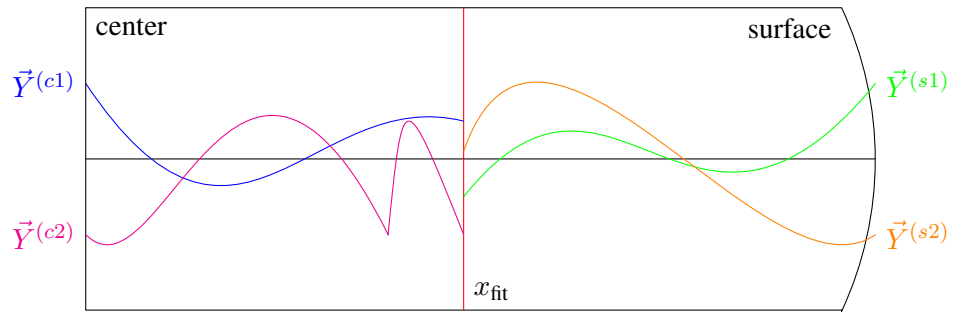


Figure 2.5: A sketch of the solution process for nonradial modes. The two BCs at each boundary give the two solutions in each region, and the values of these four solutions at x_{fit} are used in the Wronskian for find $\bar{\omega}$, then fit together to create the physical solution.

CHAPTER 3: A Chapter Using Tables

3.1 How to make convincing sections

Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. See Table 3.1 for further details. Aenean faucibus pede eu ante.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

ℓ	Newtonian			Post-Newtonian, $z = 0.2256$			
	$\bar{\omega}_{2022}$	$\bar{\omega}_{1992}$	% err	$\bar{\omega}_{2022}$	RMSR	$\bar{\omega}_{1992}$	rel. dif.
2	1.227	1.226	0.05%	1.317	0.07	1.232	0.06
3	1.698	1.697	0.05%	1.694	0.06	1.606	0.05
4	2.037	2.036	0.03%	1.984	0.05	1.885	0.05
5	2.310	2.309	0.03%	2.228	0.05	2.120	0.05
6	2.546	2.545	0.02%	2.444	0.04	2.324	0.05

Table 3.1: Comparison of fundamental frequencies for corresponding 0PN, 1PN models with Cutler and Lindblom (1992). Mass, radius as in their Table 1. All models are a polytrope with $n = 1$.

	2022		1997, $z = 0.01869$			
	1PN		1PN		GR	
ℓ	$\bar{\omega}$	RMSR	$\bar{\omega}$	rel. dif.	$\bar{\omega}$	rel. dif.
2	1.279	0.05	1.231	0.04	1.201	0.06
3	1.687	0.05	1.619	0.04	1.586	0.06
4	1.989	0.04	1.907	0.04	1.874	0.06
5	2.240	0.04	2.147	0.04	2.113	0.06

Table 3.2: Comparison of fundamental frequencies for corresponding 1PN, GR models with Lindblom et al. (1997). Mass, radius as in their Table 1. All models are a polytrope with $n = 1$.

3.2 Tables could be placed here

Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Pellentesque sit amet pede ac sem eleifend consectetur. See Table 3.2 below for full figures. Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Morbi tincidunt posuere arcu. Cras venenatis est vitae dolor. Vivamus scelerisque semper mi. Donec ipsum arcu, consequat scelerisque, viverra id, dictum at, metus. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut pede sem, tempus ut, porttitor bibendum, molestie eu, elit. Suspendisse potenti. Sed id lectus sit amet purus faucibus vehicula. Praesent sed sem non dui pharetra interdum. Nam viverra ultrices magna.

3.3 A fuller picture

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi

fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. In Table ?? we have tabulated this for many examples. Sed feugiat. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Ut pellentesque augue sed urna. Vestibulum diam eros, fringilla et, consectetur eu, nonummy id, sapien. Nullam at lectus. In sagittis ultrices mauris. Curabitur malesuada erat sit amet massa. Fusce blandit. Aliquam erat volutpat. Aliquam euismod. Aenean vel lectus. Nunc imperdiet justo nec dolor.

Donec et nisl id sapien blandit mattis. Aenean dictum odio sit amet risus. Morbi purus. Nulla a est sit amet purus venenatis iaculis. Vivamus viverra purus vel magna. Donec in justo sed odio malesuada dapibus. Nunc ultrices aliquam nunc. Vivamus facilisis pellentesque velit. Nulla nunc velit, vulputate dapibus, vulputate id, mattis ac, justo. Nam mattis elit dapibus purus. Quisque enim risus, congue non, elementum ut, mattis quis, sem. Quisque elit.

3.4 Conclusion

Vivamus sit amet pede. Duis interdum, nunc eget rutrum dignissim, nisl diam luctus leo, et tincidunt velit nisl id tellus. In lorem tellus, aliquet vitae, porta in, aliquet sed, lectus. Phasellus sodales. Ut varius scelerisque erat. In vel nibh eu eros imperdiet rutrum. Donec ac odio nec neque vulputate suscipit. Nam nec magna. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Nullam porta, odio et sagittis iaculis, wisi neque fringilla sapien, vel commodo lorem lorem id elit. Ut sem lectus, scelerisque eget, placerat et, tincidunt scelerisque, ligula. Pellentesque non orci.

Etiam vel ipsum. Morbi facilisis vestibulum nisl. Praesent cursus laoreet felis. Integer adipiscing pretium orci. Nulla facilisi. Quisque posuere bibendum purus. Nulla quam mauris, cursus eget, convallis ac, molestie non, enim. Aliquam congue. Quisque sagittis nonummy sapien. Proin molestie sem vitae urna. Maecenas lorem. Vivamus viverra consequat enim.

Table 3.3: Normal mode frequencies and periods for $n = 0$ polytrope, $\Gamma_1 = 5/3$. The $l = 1, 2, 3$ blocks are separated by double lines, in order.

k	Newtonian Polytrope (RMSR = 1×10^{-12})		Post-Newtonian Polytrope (RMSR = 1×10^{-12})		$z = 1.07 \times 10^{-4}$ rel. diff.
	$\bar{\omega}$	RMSR	$\bar{\omega}$	RMSR	
1	2.18037362	2×10^{-10}	2.17997097	1×10^{-8}	-1.8×10^{-4}
2	4.40865443	2×10^{-9}	4.40810667	2×10^{-8}	-1.2×10^{-4}
3	6.40692770	1×10^{-9}	6.40621525	4×10^{-8}	-1.1×10^{-4}
4	8.32839525	5×10^{-9}	8.32751813	7×10^{-8}	-1.1×10^{-4}
5	10.21530710	3×10^{-9}	10.21426687	1×10^{-7}	-1.0×10^{-4}
6	12.08361276	1×10^{-8}	12.08241098	1×10^{-7}	-9.9×10^{-5}
7	13.94071822	6×10^{-9}	13.93935624	2×10^{-7}	-9.8×10^{-5}
8	15.79054636	2×10^{-8}	15.78902538	2×10^{-7}	-9.6×10^{-5}
9	17.63537441	1×10^{-8}	17.63369546	3×10^{-7}	-9.5×10^{-5}
10	19.47661689	2×10^{-8}	19.47478087	4×10^{-7}	-9.4×10^{-5}
11	21.31519963	2×10^{-8}	21.31320733	5×10^{-7}	-9.3×10^{-5}
12	23.15175439	3×10^{-8}	23.14960650	5×10^{-7}	-9.3×10^{-5}
13	24.98672721	2×10^{-8}	24.98442433	6×10^{-7}	-9.2×10^{-5}
14	26.82044209	4×10^{-8}	26.81798475	7×10^{-7}	-9.2×10^{-5}
15	28.65314007	3×10^{-8}	28.65052874	8×10^{-7}	-9.1×10^{-5}
0	1.41421356	1×10^{-2}	1.41427790	2×10^{-8}	4.5×10^{-5}
1	2.89524576	1×10^{-10}	2.89484697	8×10^{-9}	-1.4×10^{-4}
2	5.12140182	6×10^{-10}	5.12081638	8×10^{-9}	-1.1×10^{-4}
3	7.14964173	7×10^{-10}	7.14887443	9×10^{-9}	-1.1×10^{-4}
4	9.09610816	1×10^{-9}	9.09516295	1×10^{-8}	-1.0×10^{-4}
5	11.00225279	2×10^{-9}	11.00113238	2×10^{-8}	-1.0×10^{-4}
6	12.88550103	3×10^{-9}	12.88420724	2×10^{-8}	-1.0×10^{-4}
7	14.75446469	3×10^{-9}	14.75299882	3×10^{-8}	-9.9×10^{-5}
8	16.61390193	4×10^{-9}	16.61226493	4×10^{-8}	-9.9×10^{-5}
9	18.46666170	5×10^{-9}	18.46485430	5×10^{-8}	-9.8×10^{-5}
10	20.31455650	6×10^{-9}	20.31257928	6×10^{-8}	-9.7×10^{-5}
11	22.15879554	7×10^{-9}	22.15664897	7×10^{-8}	-9.7×10^{-5}
12	24.00021701	8×10^{-9}	23.99790148	9×10^{-8}	-9.6×10^{-5}
13	25.83942053	9×10^{-9}	25.83693635	1×10^{-7}	-9.6×10^{-5}
14	27.67684651	1×10^{-8}	27.67419397	1×10^{-7}	-9.6×10^{-5}
15	29.51282583	1×10^{-8}	29.51000516	1×10^{-7}	-9.6×10^{-5}
0	1.73205081	6×10^{-3}	1.73205121	1×10^{-8}	2.3×10^{-7}
1	3.46410162	8×10^{-11}	3.46368784	6×10^{-9}	-1.2×10^{-4}
2	5.74717087	3×10^{-10}	5.74655394	5×10^{-9}	-1.1×10^{-4}
3	7.82279304	4×10^{-10}	7.82198401	6×10^{-9}	-1.0×10^{-4}
4	9.80432750	7×10^{-10}	9.80333303	6×10^{-9}	-1.0×10^{-4}
5	11.73685557	1×10^{-9}	11.73567988	7×10^{-9}	-1.0×10^{-4}
6	13.64054595	1×10^{-9}	13.63919181	9×10^{-9}	-9.9×10^{-5}
7	15.52577799	2×10^{-9}	15.52424731	1×10^{-8}	-9.9×10^{-5}
8	17.39845709	2×10^{-9}	17.39675124	1×10^{-8}	-9.8×10^{-5}
9	19.26219983	3×10^{-9}	19.26031984	2×10^{-8}	-9.8×10^{-5}
10	21.11934905	3×10^{-9}	21.11729571	2×10^{-8}	-9.7×10^{-5}
11	22.97149119	4×10^{-9}	22.96926511	2×10^{-8}	-9.7×10^{-5}
12	24.81973972	4×10^{-9}	24.81734141	3×10^{-8}	-9.7×10^{-5}
13	26.66489972	5×10^{-9}	26.66232957	3×10^{-8}	-9.6×10^{-5}
14	28.50756799	6×10^{-9}	28.50482634	4×10^{-8}	-9.6×10^{-5}
15	30.34819647	7×10^{-9}	30.34528360	4×10^{-8}	-9.6×10^{-5}

CHAPTER 4: Conclusions and Future Work

4.1 Classification of ZZ Cetis

Morbi luctus, wisi viverra faucibus pretium, nibh est placerat odio, nec commodo wisi enim eget quam. Quisque libero justo, consectetur a, feugiat vitae, porttitor eu, libero. Suspendisse sed mauris vitae elit sollicitudin malesuada. Maecenas ultricies eros sit amet ante. Ut venenatis velit. Maecenas sed mi eget dui varius euismod. Phasellus aliquet volutpat odio. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Pellentesque sit amet pede ac sem eleifend consectetur. Nullam elementum, urna vel imperdiet sodales, elit ipsum pharetra ligula, ac pretium ante justo a nulla. Curabitur tristique arcu eu metus. Vestibulum lectus. Proin mauris. Proin eu nunc eu urna hendrerit faucibus. Aliquam auctor, pede consequat laoreet varius, eros tellus scelerisque quam, pellentesque hendrerit ipsum dolor sed augue. Nulla nec lacus.

Suspendisse vitae elit. Aliquam arcu neque, ornare in, ullamcorper quis, commodo eu, libero. Fusce sagittis erat at erat tristique mollis. Maecenas sapien libero, molestie et, lobortis in, sodales eget, dui. Morbi ultrices rutrum lorem. Nam elementum ullamcorper leo. Morbi dui. Aliquam sagittis. Nunc placerat. Pellentesque tristique sodales est. Maecenas imperdiet lacinia velit. Cras non urna. Morbi eros pede, suscipit ac, varius vel, egestas non, eros. Praesent malesuada, diam id pretium elementum, eros sem dictum tortor, vel consectetur odio sem sed wisi.

4.2 Relativistic astero-seismology

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

4.3 Tidal excitation of g-modes

Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Donec odio elit, dictum in, hendrerit sit amet, egestas sed, leo. Praesent feugiat sapien aliquet odio. Integer vitae justo. Aliquam vestibulum fringilla lorem. Sed neque lectus, consectetur at, consectetur sed, eleifend ac, lectus. Nulla facilisi. Pellentesque eget lectus. Proin eu metus. Sed porttitor. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse eu lectus. Ut mi mi, lacinia sit amet, placerat et, mollis vitae, dui. Sed ante tellus, tristique ut, iaculis eu, malesuada ac, dui. Mauris nibh leo, facilisis non, adipiscing quis, ultrices a, dui.

Morbi luctus, wisi viverra faucibus pretium, nibh est placerat odio, nec commodo wisi enim eget quam. Quisque libero justo, consectetur a, feugiat vitae, porttitor eu, libero. Suspendisse sed mauris vitae elit sollicitudin malesuada. Maecenas ultricies eros sit amet ante. Ut venenatis velit. Maecenas sed mi eget dui varius euismod. Phasellus aliquet volutpat odio. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Pellentesque sit amet pede ac sem eleifend consectetur. Nullam elementum, urna vel imperdiet sodales, elit ipsum pharetra ligula, ac pretium ante justo a nulla. Curabitur tristique arcu eu metus. Vestibulum lectus. Proin mauris. Proin eu nunc eu urna hendrerit

faucibus. Aliquam auctor, pede consequat laoreet varius, eros tellus scelerisque quam, pellentesque hendrerit ipsum dolor sed augue. Nulla nec lacus.

4.4 Future work

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

4.5 Future code development

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas

lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

4.6 Future model improvements

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

4.7 Summa

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

APPENDIX A: THE NAME OF THE APPENDIX IN ALL CAPS

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

A.1 A section name

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

A.2 Another section name

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

APPENDIX B: YET ANOTHER APPENDIX

Nullam eleifend justo in nisl. In hac habitasse platea dictumst. Morbi nonummy. Aliquam ut felis. In velit leo, dictum vitae, posuere id, vulputate nec, ante. Maecenas vitae pede nec dui dignissim suscipit. Morbi magna. Vestibulum id purus eget velit laoreet laoreet. Praesent sed leo vel nibh convallis blandit. Ut rutrum. Donec nibh. Donec interdum. Fusce sed pede sit amet elit rhoncus ultrices. Nullam at enim vitae pede vehicula iaculis.

Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Aenean nonummy turpis id odio. Integer euismod imperdiet turpis. Ut nec leo nec diam imperdiet lacinia. Etiam eget lacus eget mi ultricies posuere. In placerat tristique tortor. Sed porta vestibulum metus. Nulla iaculis sollicitudin pede. Fusce luctus tellus in dolor. Curabitur auctor velit a sem. Morbi sapien. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Donec adipiscing urna vehicula nunc. Sed ornare leo in leo. In rhoncus leo ut dui. Aenean dolor quam, volutpat nec, fringilla id, consectetur vel, pede.

Nulla malesuada risus ut urna. Aenean pretium velit sit amet metus. Duis iaculis. In hac habitasse platea dictumst. Nullam molestie turpis eget nisl. Duis a massa id pede dapibus ultricies. Sed eu leo. In at mauris sit amet tortor bibendum varius. Phasellus justo risus, posuere in, sagittis ac, varius vel, tortor. Quisque id enim. Phasellus consequat, libero pretium nonummy fringilla, tortor lacus vestibulum nunc, ut rhoncus ligula neque id justo. Nullam accumsan euismod nunc. Proin vitae ipsum ac metus dictum tempus. Nam ut wisi. Quisque tortor felis, interdum ac, sodales a, semper a, sem. Curabitur in velit sit amet dui tristique sodales. Vivamus mauris pede, lacinia eget, pellentesque quis, scelerisque eu, est. Aliquam risus. Quisque bibendum pede eu dolor.

Donec tempus neque vitae est. Aenean egestas odio sed risus ullamcorper ullamcorper. Sed in nulla a tortor tincidunt egestas. Nam sapien tortor, elementum sit amet, aliquam in, porttitor faucibus, enim. Nullam congue suscipit nibh. Quisque convallis. Praesent arcu nibh, vehicula eget, accumsan eu, tincidunt a, nibh. Suspendisse vulputate, tortor quis adipiscing viverra, lacus nibh dignissim tellus, eu suscipit risus ante fringilla diam. Quisque a libero vel pede imperdiet aliquet. Pellentesque nunc nibh, eleifend a, consequat consequat, hendrerit nec, diam. Sed urna. Maecenas laoreet eleifend neque. Vivamus purus odio, eleifend non, iaculis a, ultrices sit amet, urna. Mauris faucibus odio vitae risus. In nisl. Praesent purus. Integer iaculis, sem eu egestas lacinia, lacus pede scelerisque augue, in ullamcorper dolor eros ac lacus. Nunc in libero.

BIBLIOGRAPHY

- Amaro-Seoane, P., Audley, H., Babak, S., Baker, J., Barausse, E., Bender, P., Berti, E., Binetruy, P., Born, M., Bortoluzzi, D., Camp, J., Caprini, C., Cardoso, V., Colpi, M., Conklin, J., Cornish, N., Cutler, C., Danzmann, K., Dolesi, R., Ferraioli, L., Ferroni, V., Fitzsimons, E., Gair, J., Gesa Bote, L., Giardini, D., Gibert, F., Grimaldi, C., Halluin, H., Heinzel, G., Hertog, T., Hewitson, M., Holley-Bockelmann, K., Hollington, D., Hueller, M., Inchauspe, H., Jetzer, P., Karnesis, N., Killow, C., Klein, A., Klipstein, B., Korsakova, N., Larson, S. L., Livas, J., Lloro, I., Man, N., Mance, D., Martino, J., Mateos, I., McKenzie, K., McWilliams, S. T., Miller, C., Mueller, G., Nardini, G., Nelemans, G., Nofrarias, M., Petiteau, A., Pivato, P., Plagnol, E., Porter, E., Reiche, J., Robertson, D., Robertson, N., Rossi, E., Russano, G., Schutz, B., Sesana, A., Shoemaker, D., Slutsky, J., Sopuerta, C. F., Sumner, T., Tamanini, N., Thorpe, I., Troebs, M., Vallisneri, M., Vecchio, A., Vetrugno, D., Vitale, S., Volonteri, M., Wanner, G., Ward, H., Wass, P., Weber, W., Ziemer, J., and Zweifel, P. (2017). Laser Interferometer Space Antenna. *ArXiv e-prints*.
- Bethe, H. A. and Marshak, R. E. (1939). The physics of stellar interiors and stellar evolution. *Reports on Progress in Physics*, 6(1):1–15.
- Bischoff-Kim, A. and Montgomery, M. (2018). Wdec: A code for modeling white dwarf structure and pulsations. *Astr. J.*, 155.
- Bradley, P. A. (1996). Theoretical Models for Asteroseismology of DA White Dwarf Stars. *ApJ*, 468:350.
- Bradley, P. A., Winget, D. E., and Wood, M. A. (1993). The Potential for Asteroseismology of DB White Dwarf Stars. *ApJ*, 406:661.
- Chandrasekhar, S. (1931). The Maximum Mass of Ideal White Dwarfs. *Astrophys. J.*, 74:81.
- Chandrasekhar, S. (1935). The highly collapsed configurations of a stellar mass (Second paper). *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 95:207–225.
- Córsico, A. H. and Benvenuto, O. G. (2002). A New Code for Nonradial Stellar Pulsations and Its Application to Low-Mass, Helium White Dwarfs. *Ap&SS*, 279(3):281–300.
- Cox, J. P. (1980). *Theory of stellar pulsation*. Princeton.
- Cutler, C. and Lindblom, L. (1992). Post-newtonian frequencies for the pulsations of rapidly rotating neutron stars. *ApJ*, 385:630.
- Heney, L. G., Wilets, L., Böhm, K. H., Lelevier, R., and Levee, R. D. (1959). A Method for Automatic Computation of Stellar Evolution. *ApJ*, 129:628.
- Howell, S. B., Sobeck, C., Haas, M., Still, M., Barclay, T., Mullally, F., Troeltzsch, J., Aigrain, S., Bryson, S. T., Caldwell, D., Chaplin, W. J., Cochran, W. D., Huber, D., Marcy, G. W., Miglio, A., Najita, J. R., Smith, M., Twicken, J. D., and Fortney, J. J. (2014). The K2 Mission: Characterization and Early Results. *PASP*, 126(938):398.
- Kippenhahn, R., Weigert, A., and Weiss, A. (2012). *Stellar Structure and Evolution*.
- Kutter, G. S. and Savedoff, M. P. (1969). Evolution of Initially Pure C12 Stars and the Production of Planetary Nebulae. *Astrophys. J.*, 156:1021.

- Lane, H. J. (1870). On the theoretical temperature of the Sun, under the hypothesis of a gaseous mass maintaining its volume by its internal heat, and depending on the laws of gases as known to terrestrial experiment. *American Journal of Science*, 50(148):57–74.
- Lindblom, L., Mendell, G., and Ipser, J. R. (1997). Relativistic stellar pulsations with near-zone boundary conditions. *Phys. Rev. D*, 56(4):2118–2126.
- Paczynski, B. (1969). Envelopes of Red Supergiants. *Acta Astron.*, 19:1.
- Paczynski, B. (1970a). Evolution of Single Stars. I. Stellar Evolution from Main Sequence to White Dwarf or Carbon Ignition. *Acta Astron.*, 20:47.
- Paczynski, B. (1970b). Evolution of Single Stars. II. Core Helium Burning in Population I Stars. *Acta Astron.*, 20:195.
- Paczynski, B. (1970c). Evolution of Single Stars III. Stationary Shell Sources. *Acta Astron.*, 20:287.
- Paxton, B., Bildsten, L., Dotter, A., Herwig, F., Lesaffre, P., and Timmes, F. (2010). MESA: Modules for Experiments in Stellar Astrophysics.
- Pekeris, C. L. (1938). Nonradial Oscillations of Stars. *ApJ*, 88:189.
- Ricker, G. R., Winn, J. N., Vanderspek, R., Latham, D. W., Bakos, G. Á., Bean, J. L., Berta-Thompson, Z. K., Brown, T. M., Buchhave, L., Butler, N. R., Butler, R. P., Chaplin, W. J., Charbonneau, D., Christensen-Dalsgaard, J., Clampin, M., Deming, D., Doty, J., De Lee, N., Dressing, C., Dunham, E. W., Endl, M., Fressin, F., Ge, J., Henning, T., Holman, M. J., Howard, A. W., Ida, S., Jenkins, J., Jernigan, G., Johnson, J. A., Kaltenegger, L., Kawai, N., Kjeldsen, H., Laughlin, G., Levine, A. M., Lin, D., Lissauer, J. J., MacQueen, P., Marcy, G., McCullough, P. R., Morton, T. D., Narita, N., Paegert, M., Palte, E., Pepe, F., Pepper, J., Quirrenbach, A., Rinehart, S. A., Sasselov, D., Sato, B., Seager, S., Sozzetti, A., Stassun, K. G., Sullivan, P., Szentgyorgyi, A., Torres, G., Udry, S., and Villaseñor, J. (2014). Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS). In Oschmann, Jacobus M., J., Clampin, M., Fazio, G. G., and MacEwen, H. A., editors, *Space Telescopes and Instrumentation 2014: Optical, Infrared, and Millimeter Wave*, volume 9143 of *Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series*, page 914320.
- Savedoff, M. P., van Horn, H. M., and Vila, S. C. (1969). Late Phases of Stellar Evolution. I. Pure Iron Stars. *ApJ*, 155:221.
- Schwarzschild, M. (1946). On the Helium Content of the Sun. *ApJ*, 104:203.
- Shapiro, S. L. and Teukolsky, S. A. (1983). *Black holes, white dwarfs, and neutron stars: the physics of compact objects*. Wiley.
- Unno, W., Osaki, Y., Ando, H., and Shibahashi, H. (1979). *Nonradial oscillations of stars*. Tokyo.
- van Horn, H. M. (1968). Crystallization of White Dwarfs. *ApJ*, 151:227.
- van Horn, H. M., Richardson, M. B., and Hansen, C. J. (1972). Radial Pulsations of Pre-White Stars. I. Linear Quasiadiabatic Analysis. *ApJ*, 172:181.
- Vila, S. C. (1966). Pre-White-Dwarf Evolution. I. *Astrophys. J.*, 146:437.
- Wood, M. A. (1990). *Astero-archaeology: Reading the galactic history recorded in the white dwarf stars*. PhD thesis, University of Texas at Austin, United States.