Rapid proton capture process in type I X-ray bursts generated in LMXBs with the effects of nuclear masses

Master's Thesis, 25.8.2025

Author:

Antero Voutilainen

Supervisor:

Anu Kankainen
Miikka Winter

UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ
DEPARTMENT OF PHYSICS

Abstract

Voutilainen, Antero
Rapid proton capture process in type I X-ray bursts generated in LMXBs with the effects of nuclear masses
Master's thesis
Department of Physics, University of Jyväskylä, 2025, 15 pages.

Keywords: Thesis, abstract, writing, instructions

Tiivistelmä

Voutilainen, Antero
Rapid proton capture process in type I X-ray bursts generated in LMXBs with the effects of nuclear masses
Pro gradu -tutkielma
Fysiikan laitos, Jyväskylän yliopisto, 2025, 15 sivua

Avainsanat: Opinnäyte, tiivistelmä, kirjoittaminen, ohjeet

Preface

Jyväskylä January 1, 2020

Olli Opiskelija

Contents

1 Introduction

2 Theoretical background

2.1 Low Mass X-ray Binaries

2.1.1 Nuclear reaction network

2.1.2 Rapid Proton Capture Process

Hot CNO cycle. Hydrogen burning overcoming the Coulomb barrier via pp-chains. Temperatures for HCNO T = $0.1 - 0.4$ GK

2.1.3 Total Reaction Rate

Total reaction rate:

$$\begin{aligned} N_A\langle\sigma v\rangle_{total} = &\sum_i N_A\langle\sigma v\rangle^i_{narrow\,resonances} \\ &+ \sum_k N_A\langle\sigma v\rangle^k_{broad\,resonances} \\ &+ N_A\langle\sigma v\rangle_{non\,resonant} \\ &+ N_A\langle\sigma v\rangle_{continuum} \end{aligned} \tag{1}$$

A First appendix

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.

B Second appendix

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.