จารุจิตต์ ศิริภักดิ์ : การศึกษาสัญญาณนิวตริโนจากการประลัยของสสารมืดสาหรับการทดลอง JUNO (A STUDY OF NEUTRINO SIGNAL FROM DARK MATTER ANNIHILATION FOR JUNO EXPERIMENT) อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.นวลวรรณ สงวนศักดิ์, 61 หน้า.

สสารมืดมีบทบาทสำคัญในการก่อตัวของโครงสร้างขนาดใหญ่ในจักรวาลซึ่งอนุภาคสสารมืดที่ใช้ในการตรวจจับในปัจจุบันคือ Weakly Interacting Massive Particles (WIMPs) โดยคุณสมบัติของมันได้มาจากการสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์ อนุภาคชนิดนี้จะมีอันตรกริยาอย่างอ่อนกับอนุภาคอื่นและสามารถสร้างอนุภาคในแบบจำลองมาตรฐาน เช่น $\tau^-\tau^+, u\bar{u}, e^-e^+$ เป็นต้น ผ่านการสลายตัวหรือการประลัยของตัวมันเอง ในการศึกษาครั้งนี้เราจะใช้ค่าภาคตัดขวางของการประลัยกันของ WIMPs = $3 \times 10^{-26}\ cm^3/s$ และกำหนดให้มวลของ WIMPs และความหนาแน่นของ WIMPs เป็นตัวแปรอิสระและยังสนใจแค่อนุภาคนิวตริโนในสถานะสุดท้ายที่ได้จากการประลัยกันของ WIMPs ที่ถูกจับไว้ในใจกลางของดวงอาทิตย์โดยใช้ซอฟท์แวร์ WimpSim ในการจำลองสเปกตรัมของนิวตริโน โดยคาดหวังว่า Jiangmen Underground Neutrino Observatory (JUNO) อาจจะตรวจจับมันได้ จำนวนของเหตุการณ์ของมันจะขึ้นอยู่กับมวลของ WIMPs และค่าภาคตัดขวางแบบพิจารณาสปินของสสารมืดและโปรตอน $\left(\sigma_{\chi p}^{SD}\right)$ โดยกำหนดให้ความหนาแน่นของ WIMPs ในบริเวณระบบสุริยะเท่ากับ 0.3 GeV/cm^3 และความเร็วของ WIMPs = 270 km/s การทดลอง JUNO ที่ระดับ 2σ เมื่อทำการทดลองอย่างน้อย 5 ปี จะสามารถวัดค่า $\sigma_{\chi p}^{SD}$ อยู่ที่ประมาณ $7.8 \times 10^{-40}\ cm^2$ สำหรับ WIMPs มวลระหว่าง 10 - 20 GeV โดยพิจารณาผลของการประลัยกันของสสารมืดแล้วเกิด $\nu_\tau\bar{\nu}_\tau$ ทั้งนี้เราต้องการศึกษาผลของสัญญาณของนิวตริโนพวกนี้รวมเข้ากับโครงร่างซอฟต์แวร์ของ JUNO เพื่อทำการเปรียบเทียบสัญญาณนี้ด้วยนิวตริโนที่มาจากปฏิกิริยาฟิวชันที่เกิดขึ้นในใจกลางดวงอาทิตย์และนิวตริโนจากชั้นบรรยากาศบนตัวตรวจจับ JUNO พบว่านิวตริโนที่มาจากปฏิกิริยาฟิวชันสามารถแยกออกจากสัญญาณของเราได้ จากสเปกตรัมพลังงานและพลังงานที่เกิดขึ้นเมื่อนิวตริโนชนเข้ากับตัวตรวจจับ JUNO แต่เรายังไม่สามารถแยกนิวตริโนจากชั้นบรรยากาศได้ เนื่องจากมีการกระจายตัวของพลังงานและสัญญาณต่าง ๆ บน PMTs ที่คล้ายกัน แต่เราคาดหวังว่าการทำ vertex reconstruction อาจจะช่วยสามารถอธิบายได้

สาขาวิชาฟิสิกส์ ลายมือชื่อนักศึกษา Jaruchit Siripak

ปีการศึกษา 2561 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา N. Sanguansak

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

JARUCHIT SIRIPAK : A STUDY OF NEUTRINO SIGNAL FROM DARK MATTER ANNIHILATION FOR JUNO EXPERIMENT.
THESIS ADVISOR : NUANWAN SANGUANSAK, Ph.D. 61 PP.

NEUTRINO/DARK MATTER/WIMPS/JUNO EXPERIMENT

Dark matter (DM) plays a major role in the large−scale structure formation of the universe. The leading candidate for DM particle is generally called Weakly Interacting Massive Particles (WIMPs) for its properties inferred from cosmological observations. Such DM particle would only interact via weak interaction and could decay or self−annihilate into other standard model particles such as $\tau\overline{\tau}, u\bar{u}, e^{-}e^{+}$, three flavor $\nu\bar{\nu}$. The thermal relic model predicts an upper limit of WIMPs annihilation cross section of $3 \times 10^{-26} cm^3/s$ which is independent of the mass and such value has been ruled out for low mass DM particle $<\sim$ 10 GeV. We focus on the final−state neutrino particles from solar−captured WIMPs annihilation and expected signals at the Jiangmen Underground Neutrino Observatory (JUNO). The number of these events is related to the annihilation channel, mass of WIMPs, and spin−dependent WIMPs−proton interaction cross section ($\sigma_{\chi p}^{SD}$) by using local WIMPs density = 0.3 GeV/cm^3 and WIMPs dispersion velocity = 270 km/s. We found that the JUNO 5−years 2σ sensitivities is $\sigma_{\chi p}^{SD} = 7.8 \times 10^{-40} cm^2$ for WIMPs in the mass range 10−20 GeV from $\nu_\tau\overline{\nu}_\tau$ channel. Moreover, We integrate these neutrino signal resulting from captured WIMPs annihilation inside the solar core which is simulated by the WimpSim package to JUNO software framework for the detector simulation in order to compare these signal with the expected solar and atmospheric neutrino. Using the energy spectrum and deposited energy, the solar neutrino can be distinguished from the DM signal but the atmospheric

signal requires further investigations. For example, vertex reconstruction could be used to distinguish these different signal origins.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Physics

Academic Year 2018

Student's Signature Jaruchit Siripak

Advisor's Signature N. Sangcannon

Co–advisor's Signature