

Samenvatting

Volgens verscheidene experimentele waarnemingen moet ons heelal doordrongen zijn van een onbekende soort materie, de zogenaamde donkere materie. Volgens de moderne kosmologie moeten deze deeltjes stabiel en zwaar zijn en enkel met materie interageren via de zwaartekracht of zwakke wisselwerking. Daarom worden zulke deeltjes ook WIMP's (*Weak Interactive Massive Particles* of zwak interagerende massieve deeltjes) genoemd.

Een van de beste WIMP kandidaten is het neutralino zoals gepostuleerd in de supersymmetrische uitbreiding van het Standaard Model van de deeltjesfysica; het kan op zichzelf de volledige donkere materie vormen, of het is misschien een van de ingrediënten. Als neutralino's door middel van de zwaartekracht door de zon werden gevangen, konden ze zich ophopen in de kern en vervolgens paarsgewijs annihilieren. Een mogelijke manier om de neutralino donkere materie te onthullen is daarom het detecteren van hun Standaard Model vervalproducten, zoals het neutrino. In dat geval wordt een mogelijke overschrijding boven de atmosferische achtergrond verwacht van neutrino's die uit de richting van de zon komen.

We zijn dit werk begonnen met als doel het zoeken naar neutrino's afkomstig uit neutralino-interacties in het centrum van de zon. De gegevens verzameld gedurende de periode van 2001 tot 2006 met de AMANDA neutrino telescoop, die gelegen is op de Zuidpool, werden benut voor dit werk. Daarvan hebben we ongeveer het equivalente van 812 dagen opnametijd gebruikt die geschikt zijn voor de specifieke vereisten van deze analyse.

Het belangrijkste doel van onze analyse was de indirecte waarneming van het neutralino, maar alvorens dit punt te bereiken was voorbereidend werk nodig om de contaminatie door de atmosferische achtergrond te verwijderen uit de experimentele data. Vanwege de positie van de zon op de Zuidpool verwachtten we bijna horizontale sporen van laag-energetische gebeurtenissen,

die een echte uitdaging voor het reconstructie-algoritme vormde. Een ander belangrijk aspect was de aanwezigheid van de *string trigger* die de drempel om deze gebeurtenissen te accepteren verlaagde.

Wij introduceerden een multivariate techniek, de zogenaamde *Boosted Decision Trees* (BDT), om het grootste deel van deze achtergrond van atmosferische muonen te verwijderen, en tegelijkertijd zo veel mogelijk signaal over te houden.

De prestaties van deze methode stonden met kop en schouders boven een eenvoudige een-dimensionale selectie methode, die in de voorgaande AMANDA analyses werd gebruikt. Na het toepassen van de BDT selectie hebben we gekozen om een nieuwe en verfijnde methode aan te nemen om de signaalsterkte te onttrekken uit de resterende experimentele gegevens.

Het uiteindelijke resultaat van onze analyse was dat in de uiteindelijke steekproef geen statistisch significante toename van gebeurtenissen uit de richting van de Zon werd gevonden. Een bovenlimiet met 90% betrouwbaarheidsniveau voor het aantal verwachte signaalgebeurtenissen werd verstrekt voor de selecties van verschillende neutralinomodellen. Deze bovengrens werd benut om een bovenlimiet af te leiden voor het neutrino-muon conversietempo in de detector, het annihilatietempo van het neutralino in de zon, de neutrino-geïnduceerde muonflux door de detector en de spinafhankelijke en -onafhankelijke neutralino-proton werkzame doorsneden.

Globaal gezien presteert onze analyse zeer goed; de resultaten geciteerd voor de harde-kanaalmodellen met lage neutralinomassa en voor alle zachte-kanaalmodellen, zijn tot dusver de meest gevoelige AMANDA/IceCube resultaten met betrekking tot donkere materie. De belangrijkste reden is het gebruik van de multidimensionale methode die een betere scheiding tussen signaal en achtergrond mogelijk maakt. Een onderzoek naar donkere materie uitgevoerd met IceCube gegevens (met slechts 22 *strings*)

reikt niet tot de lage-energieregio, omdat deze een hogere energiedrempel had in vergelijking met AMANDA. Onze resultaten, vergeleken met een andere analyse van donkere materie uitgevoerd op AMANDA gegevens uit 2000 tot 2006 (geoptimaliseerd voor hoog-energetische neutrino's), presteren nog beter als we denken dat we een jaar minder gegevens hebben gebruikt.

De gefilterde dataset gebruikt in de laatste fase van deze analyse kan ook nog worden benut om een zoektocht naar andere WIMP kandidaten, zoals het lichtste Kaluza-Kleindeeltje in het kader van universele extra dimensies, na te streven.