

PLAN DE INVESTIGACIÓN

Datos Generales

Alumno: [53240333W] Yanis Fontenla Barba
Programa: [E1071V01] Programa de Doctorado en Física Nuclear y de Partículas
Rama de conocimiento: Ciencias
Estado: Aprobado (2017-06-23 14:48:56)
Curso académico: 2016/2017
Idioma de manuscrito: Inglés
Idioma del plan de investigación: Castellano
Tutor: JUAN PABLO GARZON HEYDT
Director/es: JUAN PABLO GARZON HEYDT
PABLO CABANELAS EIRAS

Líneas de investigación

Astrofísica de altas energías (neutrinos, rayos gamma y rayos cósmicos)
Desarrollo de detectores de radiación para aplicaciones científicas tecnológicas y médicas

Título del proyecto

Castellano:

Reconstrucción de rayos cósmicos con un detector de alta resolución.

En este trabajo de tesis queremos estudiar el comportamiento de cascadas atmosféricas a nivel de superficie terrestre. Para ello trabajaremos con datos reales procedentes del detector Tragal dabas y programas de simulación (EnsarRoot, Corsika y CRY). El objetivo de este trabajo es recoger el máximo información posible de las cascadas atmosféricas para entender, conocer y recrear características y comportamientos existentes de las partículas que nos llegan a tierra, de los rayos cósmicos primarios y de la propia atmósfera, entre otros. Todos los resultados obtenidos durante este trabajo serán comentados, comparados con otros estudios, tanto de la colaboración Tragal dabas como con el de otras colaboraciones u otros grupos de investigación.

Gallego:

Reconstrucción de raios cósmicos con un detector de alta resolución.

Neste traballo de tese de doutoramento, pretendemos estudar o comportamento das cascadas atmosféricas a nivel da superficie terrestre. Traballárase tanto con datos reais procedentes do detector Tragal dabas como con datos simulados xerados e analizados con programas coma CRY, Corsika e EnsarRoot. O obxectivo do traballo é recoller a máxima información posible das ditas cascadas atmosféricas, para así entender, coñecer e recrear características e comportamentos típicos das partículas que nos chegan ata a superficie terrestre, da atmósfera terrestre ou dos raios cósmicos primarios que chegan ata a Terra. Todos os resultados obtidos neste traballo serán comparados e debatidos con outros estudos de natureza similar, tanto dentro da colaboración Tragal dabas coma con outras colaboracións e grupos de investigación.

Inglés:

Reconstruction of cosmic rays with a high resolution detector.

In this thesis we want to study the air showers at Earth's land surface. We performed this work with real data from the Tragal dabas detector and simulation programs (EnsarRoot, Corsika and CRY). The objective of this work is to collect as much information as possible from the air shower to understand, to know and to recreate the characteristics and behavior of the particles that arrive to earth, the primary cosmic rays and the atmosphere itself, among others. All the results obtained from this work will be commented, compared to other studies, of the Tragal dabas collaboration as well as that of other collaborations or other research groups.

ANTECEDENTES

El estudio de los rayos cósmicos desde la superficie terrestre es un campo de investigación de gran interés en muchos campos: estudio de la actividad solar y clima espacial (red NMDBs o red de detectores de muones), estudio de fuentes puntuales de rayos gamma de alta energías (HESS, HAWC, MAGIC, CTA...) o el propio estudio de rayos cósmicos de muy alta energía (P. Auger, Telescope Array, Tunka-REX, ...). La energía de los rayos cósmicos cubren un amplio espectro de energías que alcanzan, en el caso de los rayos gamma hasta decenas de miles de GeV y, en el caso de los núcleos atómicos, hasta más de 10^{11} GeV. Para ambas familias de rayos cósmicos y para energías suficientemente bajas, las medidas se pueden realizar de forma directa mediante detectores o espectrómetros colocados en satélites artificiales o en globos aerostáticos. Sin embargo, a partir de ciertas energías, la tasa de partículas incidentes se hace tan pequeña y su poder de penetración en un detector se hace tan grande, que sería necesario el uso de detectores de una superficie y de un espesor más que tan grande, que su colocación en satélites o globos se hace inviable desde los puntos de vista técnico y económico. Por ello debe recurrirse a grandes observatorios colocados en la superficie terrestre y deducir sus propiedades de forma indirecta a partir del estudio de las partículas resultantes de la interacción del rayo cósmico primario con los núcleos de los átomos existentes en la alta atmósfera. Una posible alternativa, válida para algunos estudios parciales, es el uso de pequeños detectores de muy alta resolución y granularidad que permitan estimar algunas de las propiedades de los rayos cósmicos primarios, a partir del estudio muy preciso de algunos de los rayos cósmicos secundarios que llegan a tierra. Ese es uno de los objetivos del detector de la familia Trasgo, TRAGALDABAS, que está operativo en la U. de Santiago de Compostela desde finales de 2013.

En este trabajo se pretende estudiar la respuesta del detector TRAGALDABAS a los distintos tipos de partículas de origen cósmico que llegan a él, principalmente muones, electrones y fotones (aunque también positrones y neutrones, entre otros). En concreto se pretende estudiar su capacidad de :

- Identificación: separando los diferentes tipos de partículas.
- Calibración: permitiendo hacer una estimación de la energía de la partícula detectada o, al menos, estableciendo un umbral.
- Identificación de cascadas atmosféricas: estimando la posible energía del rayo cósmico primario causante de un evento de alta multiplicidad en el detector.

OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es explorar la capacidad del detector TRAGALDABAS de identificar y caracterizar rayos cósmicos secundarios y, a partir de ellos, estimar algunas de las propiedades básicas de los rayos cósmicos primarios: energía, dirección y masa. Para ello se cuenta con las características ciertamente excepcionales del detector en lo que se refiere a su resolución espacial, granularidad, resolución temporal y su capacidad de reconstruir dirección de incidencia de partículas cargadas con una resolución angular mejor a la de cualquier otro detector de rayos cósmicos en tierra.

METODOLOGÍA

El programa de simulación principal está formado por un conjunto de software que integran el sistema de detección TragalDabas. El programa alberga un conjunto de librerías que realizan la interfaz con herramientas estadísticas y numéricas de generación de números aleatorios por cálculo de Monte Carlo. El conjunto de paquetes externos implantados en el programa de simulación, utiliza herramientas de ejecución, simulación y análisis tales que: Geant y Root, entre otros.

Se utilizarán algoritmos sencillos para el análisis de datos simulados y reales con distintas multiplicidades del detector TragalDabas, y algoritmos más robustos para la reconstrucción de trazas, definido como TimTrack. Además se llevará a cabo un estudio de variables discriminatorias.

CORSIKA y CRY son programas de simulación de datos de cascadas atmosféricas producidas por rayos cósmicos de alta energía. Con la ayuda de estos programas de simulación, se desea estudiar el comportamiento de las cascadas atmosféricas en superficie.

CENTRO/S DE REALIZACIÓN DE LA TESIS

Grupo LabCAF GI-2070 de la Universidad de Santiago de Compostela (USC).

Departamento de Física de Partículas.

Áreas de Investigación: Física Atómica, Molecular y Nuclear.

Facultad de Física.

MEDIOS

Contrato de investigación de la USC de la convocatoria pública 3/2017 con el el investigador principal Pablo Cabanelas Eiras. La ayuda se define como : ayuda complementaria a los contratos predoctorales de la modalidad B 2016, cuyo centro de trabajo es el de la Facultad de Física de la USC. El trabajo a realizar es el de simulación y análisis de datos del detector Tragaldabas. Es un contrato a tiempo parcial y tiene una duración de 6 meses. La categoría laboral es el de Investigador en formación.

PLANIFICACIÓN TEMPORAL DEL TRABAJO

1. Semestre. Revisión documental de la física de rayos cósmicos y las diversas metodologías utilizadas en su detección. Instalación de los programas de simulación y reconstrucción en el ordenador de trabajo y aprendizaje de uso. Simulación del detector Tragaldabas y respuesta a los principales tipos de rayos cósmicos con la herramienta de software EnsarRoot. Instalación de los programas CORSIKA y CRY de simulación de cascadas atmosféricas para estimar la probabilidad de incidencia de partículas de distinta energía en el detector TRAGALDABAS.
2. Semestre. Simulación sistemática de electrones, gammas y muones de distinta energía para estudiar la respuesta de un detector TRAGALDABAS ideal a cada una de ellas. Desarrollo de algoritmos que permitan, en función de la respuesta del detector identificar el rayo cósmico detectado y su energía. Parametrización de los resultados de la simulación de cascadas atmosféricas de distinta energía.
3. Semestre. Simulación de la respuesta del detector TRAGALDABAS real a electrones, gammas y muones principalmente, teniendo en cuenta la granularidad de lectura del detector y sus resoluciones espacial y temporal. Estudio de la posibilidad de separación de partículas a partir de la calidad de los ajustes. Aplicación de los algoritmos desarrollados mediante simulación a los datos reales.
4. Semestre. Estudio de las correcciones a realizar a los datos reconstruidos con objeto de determinar flujos absolutos de rayos cósmicos. En concreto se trata de realizar las correcciones por eficiencia, aceptación del detector y atenuación de rayos cósmicos por el edificio.
5. Semestre. Desarrollo de algoritmos para la asignación de energía a las cascadas de rayos cósmicos de alta multiplicidad en base al estudio detallado de la densidad de partículas y del perfil del tiempo de llegada al detector. Estimación del espectro realista de rayos cósmicos de alta energía y comparación con los valores ya existentes tanto mediante satélites, globos y grandes observatorios en tierra. Comparación de resultados.
6. Semestre Revisión de los principales resultados obtenidos a lo largo de los meses anteriores, elaboración de propuestas de futuros análisis, desarrollos y mejoras. Elaboración de conclusiones, escritura y presentación del trabajo de tesis.

ASPECTOS ÉTICOS Y LEGALES