



Demostradores Discover the COSMOS

2.3 Estructura del Protón

Nombre de la Institución: Universidad Técnica de Dresde

Título de la plantilla del escenario educativo: Enseñanza basada en la investigación

Título del escenario educativo: Estructura del Protón

Versión: 1.1

Problema educativo:

En física nuclear los estudiantes aprenden acerca de la estructura y los componentes de la materia. El libro de texto de esta materia es inherentemente limitado y carece de la posibilidad de investigaciones activas por parte de los estudiantes. Al analizar los datos reales del Gran Colisionador de Hadrones del CERN los estudiantes pueden examinar y comprender por sí mismos la estructura de un protón en un nivel subatómico, así como la desintegración beta.

Objetivos del escenario educativo:

En este escenario, los estudiantes:

1. Aprenderán acerca de las partículas subatómicas fundamentales y sus interacciones
2. Aprenderán acerca de los aceleradores de partículas y los detectores
3. Se familiarizarán con el análisis de las colisiones de partículas
4. Realizar una medición con datos reales del LHC
5. Profundizarán en la investigación actual de física de partículas y el método científico

Características y necesidades de los estudiantes

El escenario ayuda a los estudiantes a entender la estructura del protón en un nivel subatómico. Cuando los protones colisionan en el LHC a energías suficientemente altas, no reaccionan como un todo, sino que sus integrantes interactúan entre sí. Esto les da a los estudiantes la posibilidad de llegar a una conclusión acerca de la estructura interna del protón mediante el análisis de los productos de las colisiones.

A los estudiantes se les introduce en la herramienta MINERVA de análisis de datos que muestra los datos reales del experimento ATLAS en el LHC. El programa ATLAS W-PATH guía a los estudiantes a través de la exploración de los datos experimentales, el análisis y la interpretación de sus resultados. Este procedimiento se inicia en el diseño primero de su actividad y avanza a través de la adquisición de datos hacia la presentación de su explicación científica.



Demostradores Discover the COSMOS

La medición capacitará también a los estudiantes para interactuar (por ejemplo, trabajando en parejas) y desarrollar habilidades sociales y de colaboración, permitiéndoles ver que la ciencia puede ser una actividad de grupo y no ser desarrollada únicamente en solitario. La experiencia de trabajar como un científico real puede provocar un aumento del interés por la ciencia en muchos de ellos, y posiblemente atraerles a las carreras científicas.

Justificación del enfoque Educativo y de los Parámetros que garantizan su implementación:

Este escenario se estructura en las fases previstas para el aprendizaje basado en la investigación y permite a los estudiantes realizar sus propios descubrimientos, aunque de una manera estructurada y guiada. Durante el escenario, los estudiantes asumen el papel de un científico y trabajan con datos reales de experimentos científicos, obteniendo así un conocimiento de primera mano de la investigación científica.

Para la implementación de este escenario los estudiantes deben tener acceso a ordenadores tipo PCs, y por lo menos uno de los PC debe estar conectado a la Internet.

Actividades de aprendizaje:

Fase 1: Actividades para suscitar preguntas

Despertar la curiosidad

El profesor trata de atraer la atención del estudiante mediante la presentación de:

- a) videos cortos sobre el LHC, por ejemplo, el LHC @ CERN (vídeo 3 min.)
- b) cobertura de los medios del LHC, fotos de eventos especiales, por ejemplo primeras colisiones
- c) el LHC como una grabadora (energía, temperatura, velocidad...)

El profesor también puede promover el diálogo con los estudiantes preguntándoles sobre sus conocimientos de física de partículas, en general. Esto seguido por una breve introducción a los diferentes tipos de las partículas elementales y las fuerzas (modelo estándar) y a los colisionadores y detectores.

Definir las preguntas de los conocimientos actuales

A continuación, los estudiantes participan en preguntas orientadas científicamente impuestas por el profesor:

- a) ¿Qué pasará cuando los protones en el LHC colisionen con energía suficientemente alta?



Demostradores Discover the COSMOS

- b) ¿Se crean nuevas partículas en los choques?
- c) ¿Cómo se clasifican las partículas elementales?
- d) ¿Qué tipo de investigación se lleva a cabo en el LHC?



Fase 2: Investigación Activa

Proponer explicaciones preliminares o hipótesis

El LHC fue construido para entrar en terreno desconocido más allá del modelo estándar. A pesar de su gran éxito en la explicación de los elementos básicos y las fuerzas de nuestro universo y su fuerte confirmación experimental todavía hay lagunas en ese mismo modelo estándar. Los experimentos en el LHC proporcionan respuestas a algunas cuestiones pendientes como la forma en la que las partículas obtienen sus masas o por qué el universo tiene más materia que antimateria. Durante la fase inicial de las operaciones del LHC los físicos enfocaron su mirada sobre cada partícula elemental del modelo estándar, todas las cuales fueron exitosamente

“redescubiertas” en unas pocas semanas. Así, la atención se centró en las partículas como el bosón W.

Los estudiantes se pondrán en la posición de un científico y analizarán la estructura del protón buscando en colisiones protón-protón.

El profesor introduce a los estudiantes al bosón W y cómo puede ser producido en colisiones protón-protón. Los estudiantes deben llegar a una idea de cómo se puede deducir la estructura interior del protón mediante el análisis de la producción y la descomposición de los bosones W-en el LHC y realizar una medición (contando W + y W-).

Planificar y realizar sencillas investigaciones

El maestro prepara a los estudiantes (trabajando en parejas en los ordenadores) para la medición en 4 pasos:

1. Enseñar cómo utilizar la pantalla de eventos
https://kjende.web.cern.ch/kjende/en/wpath_teilchenid2.htm , o mejor, hacerles descubrir cómo funciona la pantalla.
2. Capacitar a los estudiantes para identificar las partículas. Hacer uso de los siguientes:
 - a) ATLAS animación en la identificación de partículas (ID) en http://kjende.web.cern.ch/kjende/en/wpath_teilchenid1.htm
 - b) Explicación de la identificación de las partículas con MINERVA en http://kjende.web.cern.ch/kjende/en/wpath_teilchenid3.htm
 - c) Ejercicio 1: http://kjende.web.cern.ch/kjende/en/wpath_exercise1.htm
3. Guía práctica de cómo clasificar los eventos:
 - a) Introducir ideas básicas de la selección de eventos
 - b) Explicación de ID de evento con MINERVA en: http://kjende.web.cern.ch/kjende/en/wpath_lhcphysics3.htm



Demostradores Discover the COSMOS

c) Ejercicio 2: http://kjende.web.cern.ch/kjende/en/wpath_exercise2.htm
(Aquí es necesario el conjunto de datos "exercise2 nuevo" - descargable en <http://kjende.web.cern.ch/kjende/downloads/exercise2-new.zip>)

4. El maestro informa a los estudiantes acerca de la tarea principal de la medida: Distinguiendo la señal de los eventos de fondo y determinando la carga eléctrica de la partícula W
https://kjende.web.cern.ch/kjende/en/wpath_proton.htm.

Fase 3: Creación Reunir las evidencias de la observación

Los estudiantes trabajan en parejas en los PC. Usarán el ATLAS W-PATH <https://kjende.web.cern.ch/kjende/en/wpath.htm> incluyendo el evento de presentación de MINERVA para analizar los datos reales del LHC.

Todo el material para la medición se puede encontrar aquí:

https://kjende.web.cern.ch/kjende/en/wpath_messung.htm

Los estudiantes acceden a los datos de la muestra 2 desde aquí: https://kjende.web.cern.ch/kjende/en/wpath_data2012.php (con login MC2012, password ATLAS.is.great). Cada pareja de estudiantes analizan 50 eventos (2A - 2T) (cada pareja analiza datos diferentes!) Los resultados se anotan primeramente en una hoja de registro (descargar el formulario en papel en <http://kjende.web.cern.ch/kjende/downloads/tallymarks.pdf>) y luego cargados en una hoja de cálculo on line en:

http://www.editgrid.com/user/masterclass/Analysis_2012 (tab: muestra de datos 2).

Fase 4: Discusión

Explicación basada en la evidencia / Considerar otras explicaciones

Los estudiantes combinan su medición en la hoja de cálculo antes mencionada. Derivan la relación W^+ / W^- y pueden compararla con los resultados de ATLAS. Además, es posible combinar los resultados con otros grupos de estudiantes (tab: combinación). Los estudiantes deben responder a las siguientes preguntas:

a) ¿Qué proporción de W^+ / W^- esperabas?

b) ¿Qué procesos están implicados en la producción de los bosones W-y cómo afecta ésto a la relación de W^+ / W^- ? (quark-gluón versus interacciones gluón-gluón, véase:

https://kjende.web.cern.ch/kjende/en/wpath_lhcphysics2.htm)



Demostradores Discover the COSMOS

c) ¿Qué puedes deducir de tu resultado sobre la estructura del protón?



Demostradores Discover the COSMOS

- d) ¿Concuerda tu medición con la medición ATLAS? ¿Influye el número de eventos analizados en el resultado?
- e) ¿Cómo afecta la combinación (en la clase / con otros grupos de estudiantes) a la incertidumbre de la medición?
- f) ¿Por qué es conveniente para recoger más datos?

Fase 5: Reflexión

Comunicar explicación

El profesor hace un resumen de lo que se ha discutido en el aula durante la el proceso de medida. Se pueden abordar los siguientes temas:

- a) ¿Se encontró alguna dificultad en la clasificación de los eventos?
- b) ¿Por qué se buscaron eventos de electrón y muón solamente?
- c) ¿Por qué se pueden ignorar las pistas con poca energía o p_T ?
- d) ¿En que difiere este análisis de cómo los investigadores analizan los datos del LHC?
- e) ¿Con qué propósito fue construido el LHC?
- f) ¿Por qué los investigadores del LHC miden la sección eficaz?
- g) ¿Qué es un requisito previo para reclamar un nuevo descubrimiento?

Cada clase / grupo de alumnos produce un informe sobre la medición y los resultados.

Roles de los participantes:

En este escenario, los estudiantes empiezan a hablar sobre el CERN, el LHC y la investigación en física de partículas.

Se les introduce en la materia y en los fundamentos de la física de partículas. A continuación, los estudiantes se familiarizan con la pantalla de eventos MINERVA mostrar y aprenden a identificar las partículas y eventos. Realizan una medición con datos reales del LHC, registran sus resultados, y los compararan las predicciones que han realizado anteriormente.

El profesor es un facilitador. Él / ella presenta a los estudiantes los conceptos pertinentes y el trabajo llevado a cabo en el CERN, los dirige a la tarea haciendo preguntas y les muestra cómo utilizar la herramienta MINERVA. A partir de ahí él / ella les permite realizar su propia medida y discute los resultados con ellos.



Demostradores Discover the COSMOS

Herramientas, servicios y recursos:

El escenario requiere el uso de:

- Un ordenador por cada 2 alumnos y otro para el profesor (Windows, Navegador, Java)
- Al menos un PC debe disponer de conexión a Internet
- Un proyector y una pantalla de proyección de manera que los alumnos puedan ver el escritorio del profesor
- Se requiere un mínimo de 5 horas para esta actividad
- Podría ser conveniente invitar a la clase a un físico de partículas que podría contribuir a la introducción de la materia y de la medición. La actividad descrita suele realizarse en el programa "Clases Magistrales Internacionales" (www.physicsmasterclasses.org), donde los estudiantes de Secundaria son invitados a institutos de investigación y llevan a cabo la medición bajo la orientación de científicos.