

Foto producción de mesones vectoriales en el experimento ALICE-LHC.

Sebastián Rosado Navarro

Asesores: Dr. Arturo Fernández Téllez (FCFM-BUAP)

Dr. Mario Rodríguez Cahuantzi (Departamento de Física,
CINVESTAV)

Diciembre 2014

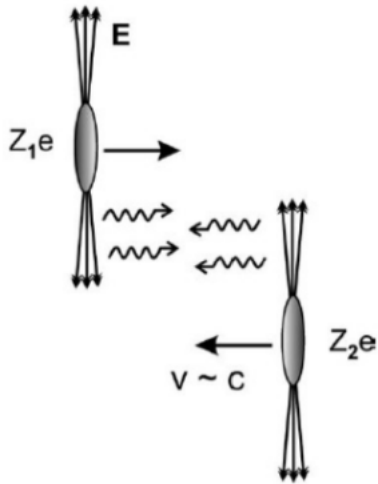
Resumen

¿Qué son las colisiones ultra-periféricas? Son colisiones entre núcleos y protones con un parámetro de impacto mayor a la suma de los radios.

Las interacciones fuertes son suprimidas. Las interacciones son mediadas por el campo electromagnético.

Los campos electromagnéticos corresponden a un flujo equivalente de fotones (Fermi/Weizsäcker-Williams).

Interacciones de dos fotones y fotonucleares, fotón-protón, pueden ser estudiadas a energías sin precedentes en UPC (colisiones ultraperiféricas por sus siglas en inglés) en el LHC (Large Hadron Collider).



Índice

- 1 Física de UPC
- 2 Experimento ALICE
- 3 Objetivos
- 4 Trabajo realizado

Índice

- 1 Física de UPC
- 2 Experimento ALICE
- 3 Objetivos
- 4 Trabajo realizado

Índice

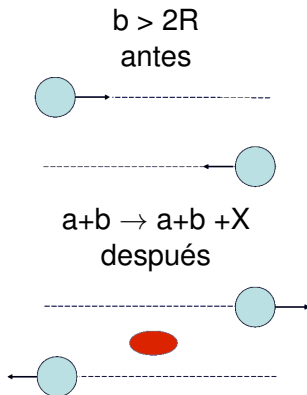
- 1 Física de UPC
- 2 Experimento ALICE
- 3 Objetivos
- 4 Trabajo realizado

Índice

- 1 Física de UPC
- 2 Experimento ALICE
- 3 Objetivos
- 4 Trabajo realizado

Física de UPC

Supongamos que dos partículas colisionan, las cuáles sobreviven a la colisión, mientras que algunas partículas son producidas en medio.



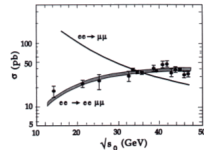
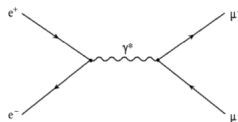
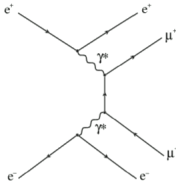
¿Qué es "X"? ¿Cuáles son los mecanismos de producción?
Depende de las partículas que colisionan.

Colisión de $e^+ e^-$

El campo cuántico electromagnético es el fotón, las interacciones de dos fotones son posibles, por ejemplo

$$e^+ + e^- \rightarrow e^+ + e^- + \mu^+ + \mu^-$$

A altas energías esta reacción tiene un sección eficaz mayor que la reacción "usual" $e^+ + e^- \rightarrow \mu^+ + \mu^-$.



El comportamiento asintótico de términos de alto orden pueden ser completamente diferentes a aquellos de bajo orden.

Consideremos una colisión de pp o AA.

Los protones/núcleos son objetos cargados, así que las interacciones de dos fotones son posibles.

Sin embargo, los protones también interactúan fuertemente. El campo cuántico de la fuerza fuerte es el gluón, el cuál tiene carga de color. La emisión de un solo gluón no es posible si el protón debe quedar intacto.

La emisión de dos (o más) gluones con un protón intacto es posible, un cambio sin color como éste puede ser considerado que es mediado por una partícula fenomenológica, el "Pomerón".

Las interacciones $\gamma\gamma \rightarrow X$, $PP \rightarrow X$, y $\gamma P \rightarrow X$ son posibles.

pp: Las interacciones Pomeron-Pomeron dominan, $\gamma\gamma$ and γP pueden dar una contribución significativa para ciertos estados finales (leptones, spin = 1).

AA: Las interacciones $\gamma\gamma$ and γA dominan.

- Se producen partículas en colisiones ultra periféricas en colisionadores de hadrones.
- Muchos tópicos han sido cubiertos.
- Muchos temas permanecen mientras el LHC entra a la fase de alta energía/alta luminosidad.

¿Por qué estudiar interacciones electromagnéticas en colisionadores de hadrones?

- Mayores energías de protones que en cualquier acelerador existente.
- Hay muy pocos datos sobre interacciones fotonucleares a altas energías
- Una oportunidad para estudiar campos electromagnéticos fuertes.
- Interferencia entre el emisor de fotón y el objetivo.

Datos previos usando haces de electrones.

- Los experimentos H1 y ZEUS en HERA.
- Medición directa de la sección eficaz de γp en colisiones $e - p$.

Datos previos usando $p - \bar{p}$.

- Medición de la rapidez.
- Concordancia con HERA.

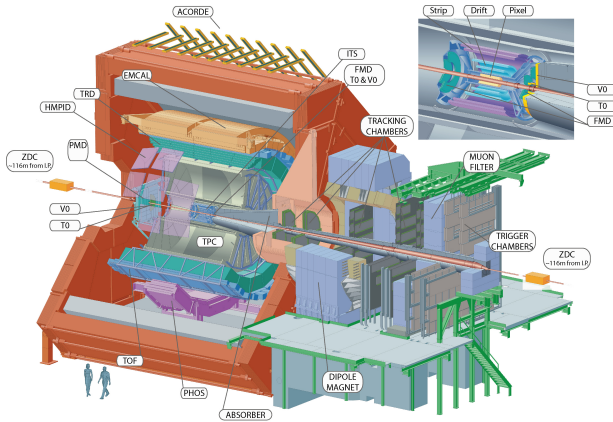
Datos previos usando haces de protones: LHCb

- Rapidez frontal.

Mediciones de ALICE usando colisiones $p - Pb$

- Sondeo directo de $\sigma(\gamma p)$, como en colisiones $e - p$, porque el ión Pb es la fuente de fotones más probable(95%).
- El rango de energía de HERA extendido por un factor de ~ 3 , conexión importante entre HERA y futuros complejos como el LHeC.

Experimento ALICE



El propósito general del experimento ALICE (*A Large Ion Collider Experiment*) es el estudio de las colisiones entre iones pesados que ocurren en el acelerador LHC (*Large Hadron Collider*), enfocándose principalmente en fenómenos de QCD.

Dadas las consideraciones del diseño de ALICE, es posible también recolectar eventos de procesos físicos tales como $\gamma\gamma$ o γX ($\gamma g \rightarrow qq$, $gq \rightarrow jet + jet$) en colisiones ultraperiféricas para eventos $p - p$, $Pb - Pb$ y $p - Pb$.

Recientes resultados publicados por ALICE indican que el comportamiento de la sección eficaz de foto producción del mesón J/ψ es favorable a aquellos modelos teóricos que consideran una modificación en la densidad de partones en el núcleo relativa al nucleón [3], [4], [1].

Objetivo general

Estudiar la producción y foto producción de resonancias a bajas y altas masas en procesos difractivos y colisiones ultra periféricas recolectados en el experimento ALICE-LHC.

Objetivos Particulares

- Estudio de las observables físicas que pueden ser reconstruidas con los detectores del experimento ALICE.
- Estudio de la identificación de partículas con los detectores de trayectoria ITS y TPC.
- Desarrollo de técnicas que permitan entender la foto producción de mesones vectoriales con diferentes herramientas de Monte Carlo.
- Medir la sección eficaz de foto producción de los mesones J/ψ , ρ^0 y ρ' recolectados por ALICE de 2010 a 2013.
- Estudio de la sección eficaz de foto producción de la doble producción de mesones vectoriales en función de la energía en el centro de masas de la colisión.

Trabajos realizados

Este semestre ha sido enfocado a la familiarización con el software AliRoot usando datos generados en simulación. Se ha podido recrear con éxito algunos resultados, pero debido a falta de acceso a los datos de la colaboración, en algunos casos no es suficiente los datos simulados y se tienen resultados extraños. Se está tramitando el registro y al tener acceso a los datos de ALICE se espera que se resuelvan estos problemas.

También se ha comenzado a trabajar en un programa para estudiar los brazos de muones provenientes $J/\psi J/\psi$. También se espera que con el acceso a los datos de la colaboración se pueda recrear los resultados que han sido publicados.

Metodología

Para alcanzar los objetivos planteados en este trabajo se implementarán los siguientes pasos:

- 1 Revisión de la literatura existente.
- 2 Estudio de las diferentes técnicas de simulación y reconstrucción utilizadas en experimentos con aceleradores de partículas
- 3 Estudio de la identificación de partículas cargadas en sus estados finales
- 4 Estudio de las técnicas de análisis con gran cantidad de datos utilizando tecnologías de super cómputo tales como GRID y multi procesamiento de datos
- 5 Discusión de los resultados al interior de la colaboración ALICE
- 6 Escritura y defensa de la tesis

Cronograma





Actividad	2015	2016	2017	2018
Revisión de la literatura	X			
Cursos o seminarios	X			
Servicio en ALICE ¹	X			
Servicio en ALICE ²		X		
Estudio de procesos $\gamma\gamma$ y γX		X	X	
Análisis de datos ³		X	X	
Escritura de nota interna ⁴			X	
Asistencia a eventos nacionales e internacionales		X	X	X
Escritura y defensa de la tesis			X	X




¹ Hardware, estancia en CERN por 3 meses

² software, estancia en CERN por 3 meses

³ estancia en CERN por 6 meses

⁴ estancia en CERN por 2 meses

-  ALICE Collaboration, 2008 JINST 3 S08002
-  <https://aliceinfo.cern.ch/ArtSubmission/index.php?q=publications>
-  M. Rodríguez Cahuantzi for the ALICE Collaboration, J/ψ photoproduction in ultra-peripheral heavy ion collisions with the ALICE experiment. EPJ Web of Conferences Volume 70, 2014 http://www.epj-conferences.org/articles/epjconf/abs/2014/07/epjconf_icfp2012_00068/epjconf_icfp2012_00068.html
1st International Conference on New Frontiers in Physics
-  ALICE Collaboration[J. Adams, V. Canoa, G. Contreras, M. Rodríguez Cahuantzi, D. Tapia, E. Kryshen, et al.], Phys. Lett. B, B718 (2013) 1273

-  ALICE Collaboration, Eur. Phys. J., C73 (2013) 2617
-  Mayer C., Results (and future prospects) of the ALICE experiment in photon-induced collisions in Pb-Pb collisions. Talk given at Workshop on photon-induced collisions at LHC <https://indico.cern.ch/event/216417/contribution/47/material/slides/0.pdf>
-  A.J. Baltz, G. Baur, et al., The physics of ultraperipheral collisions at the LHC. Physics Reports 458 (2008) 1-171