

Módulo Teoría

Filial Física de partículas

Sesión informativa
#HablemosLACoNGA
21 de Octubre 2022



Latin American alliance for
Capacity building in Advanced physics
LA-CoNGA physics



Cofinanciado por el
programa Erasmus+
de la Unión Europea





El módulo de teoría de LA-CoNGA physics

Objetivos:

- Comprender el formalismo básico de la Teoría de Campos, así como sus aplicaciones en la Física de Altas Energías y la Teoría de los Sistemas Complejos
- Estructura innovadora que integra importantes conceptos para ambas filiales

Temas

- Relatividad especial
- Teoría clásica de campos
- Campo escalar libre
- Campo escalar con interacción
- Cálculo de diagramas de Feynman
- Renormalización
- Ruptura espontánea de la simetría

$$\begin{aligned}\mathcal{L} = & -\frac{1}{4} F_{\mu\nu} F^{\mu\nu} \\ & + i\bar{\psi} \not{D} \psi + h.c. \\ & + \chi_i Y_{ij} \chi_j \phi + h.c. \\ & + |D_\mu \phi|^2 - V(\phi)\end{aligned}$$



Eligiendo filial

- Elección entre dos filiales:

Física de altas energías
Sistemas complejos

- La elección tiene consecuencias en todas los tres ejes temáticos:

Ciencia de datos

Instrumentación



Proyectos en física de altas energías

Proyectos en sistemas complejos

Teoría

Introducción a la Física de partículas (Física de altas Energías)

Teoría de campos y Mecánica Estadística (Sistemas Complejos)



Filial de la LA-CoNGA physics: Física de Altas Energías (FAE)



Responder preguntas fundamentales del universo



Grandes colaboraciones

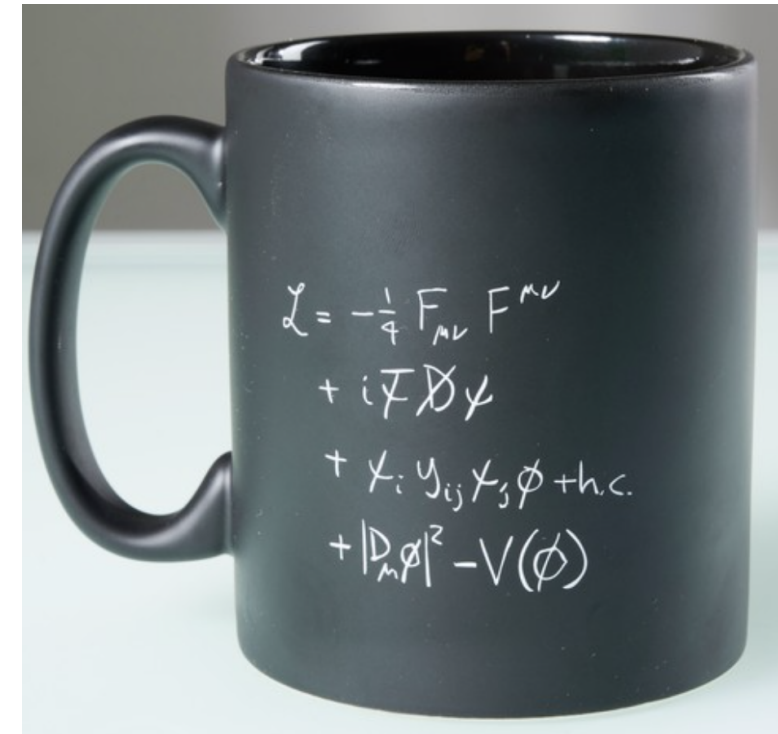
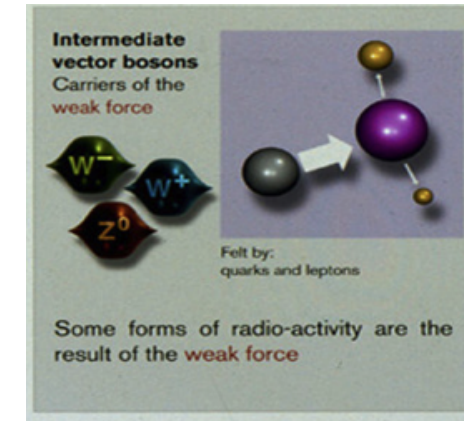
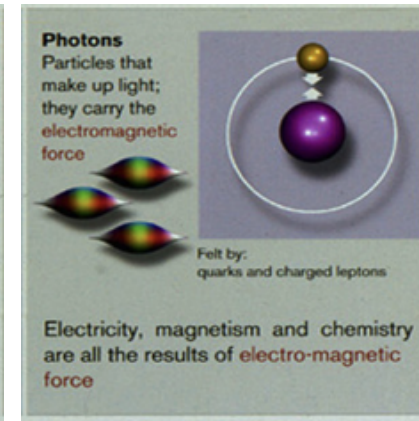
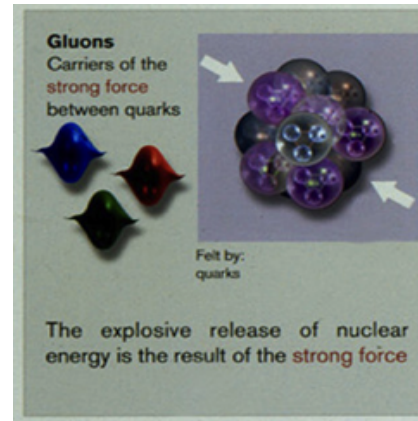


Transferencia tecnológica



Filial de la LA-CoNGA physics: Física de Altas Energías (FAE)

	<p>mass $\approx 2.4 \text{ MeV}/c^2$</p> <p>charge $2/3$</p> <p>spin $1/2$</p> <p>u</p> <p>up</p>	<p>mass $\approx 1.275 \text{ GeV}/c^2$</p> <p>charge $2/3$</p> <p>spin $1/2$</p> <p>c</p> <p>charm</p>	<p>mass $\approx 172.44 \text{ GeV}/c^2$</p> <p>charge $2/3$</p> <p>spin $1/2$</p> <p>t</p> <p>top</p>	<p>mass 0</p> <p>charge 0</p> <p>spin 1</p> <p>g</p> <p>gluon</p>	<p>mass $\approx 125.09 \text{ GeV}/c^2$</p> <p>charge 0</p> <p>spin 0</p> <p>H</p> <p>Higgs</p>
QUARKS	<p>mass $\approx 4.8 \text{ MeV}/c^2$</p> <p>charge $-1/3$</p> <p>spin $1/2$</p> <p>d</p> <p>down</p>	<p>mass $\approx 95 \text{ MeV}/c^2$</p> <p>charge $-1/3$</p> <p>spin $1/2$</p> <p>s</p> <p>strange</p>	<p>mass $\approx 4.18 \text{ GeV}/c^2$</p> <p>charge $-1/3$</p> <p>spin $1/2$</p> <p>b</p> <p>bottom</p>	<p>mass 0</p> <p>charge 0</p> <p>spin 1</p> <p>γ</p> <p>photon</p>	SCALAR BOSONS
	<p>mass $\approx 0.511 \text{ MeV}/c^2$</p> <p>charge -1</p> <p>spin $1/2$</p> <p>e</p> <p>electron</p>	<p>mass $\approx 105.67 \text{ MeV}/c^2$</p> <p>charge -1</p> <p>spin $1/2$</p> <p>μ</p> <p>muon</p>	<p>mass $\approx 1.7768 \text{ GeV}/c^2$</p> <p>charge -1</p> <p>spin $1/2$</p> <p>τ</p> <p>tau</p>	<p>mass $\approx 91.19 \text{ GeV}/c^2$</p> <p>charge 0</p> <p>spin 1</p> <p>Z</p> <p>Z boson</p>	
LEPTONS	<p>mass $< 2.2 \text{ eV}/c^2$</p> <p>charge 0</p> <p>spin $1/2$</p> <p>ν_e</p> <p>electron neutrino</p>	<p>mass $< 1.7 \text{ MeV}/c^2$</p> <p>charge 0</p> <p>spin $1/2$</p> <p>ν_μ</p> <p>muon neutrino</p>	<p>mass $< 15.5 \text{ MeV}/c^2$</p> <p>charge 0</p> <p>spin $1/2$</p> <p>ν_τ</p> <p>tau neutrino</p>	<p>mass $\approx 80.39 \text{ GeV}/c^2$</p> <p>charge ± 1</p> <p>spin 1</p> <p>W</p> <p>W boson</p>	



Objetivo:

Proveer de una interpretación fenomenológica del Modelo Estándar.



Primer período

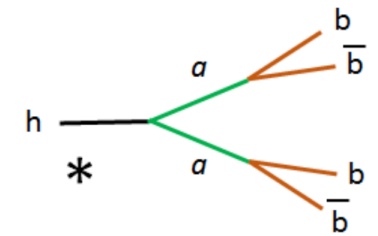
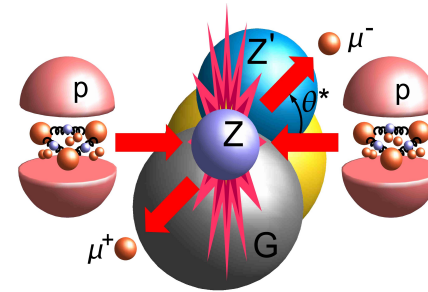
1. Introducción : decaimientos y dispersiones
2. Ecuación de Dirac
3. Descripción de la electrodinámica cuántica:

QED y renormalización

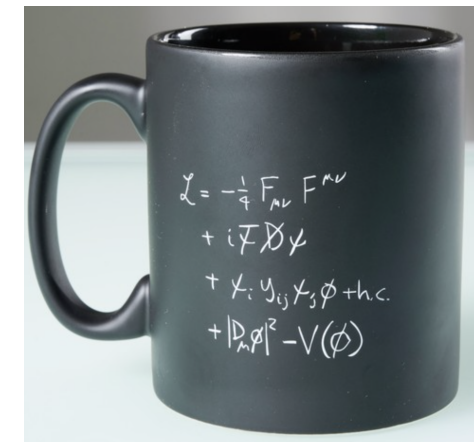
4. Descripción de la Cromodinámica cuántica

QCD

5. Descripción de la interacción débil
6. Mecanismo de Higgs
7. Lagrangiano del ME completo



	mass	charge	spin							
QUARKS	≈2.4 MeV/c ²	2/3	1/2	u	up	≈1.275 GeV/c ²	2/3	1/2	c	charm
				d	down				s	strange
				t	top	≈172.44 GeV/c ²	2/3	1/2	b	bottom
				g	gluon				γ	photon
				e	electron	≈0.511 MeV/c ²	-1	1/2	μ	muon
				ν _e	electron neutrino	≈2.2 eV/c ²	0	1/2	ν _μ	muon neutrino
LEPTONS				τ	tau	≈1.7768 GeV/c ²	-1	1/2	Z	Z boson
				W	W boson	≈80.39 GeV/c ²	±1	1	H	Higgs

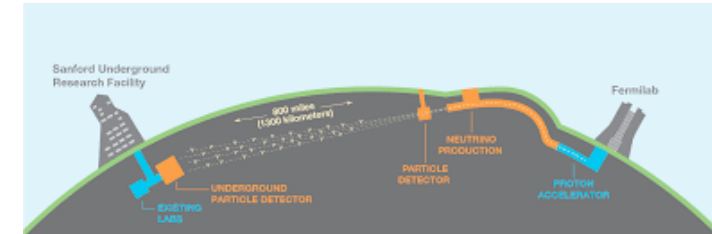
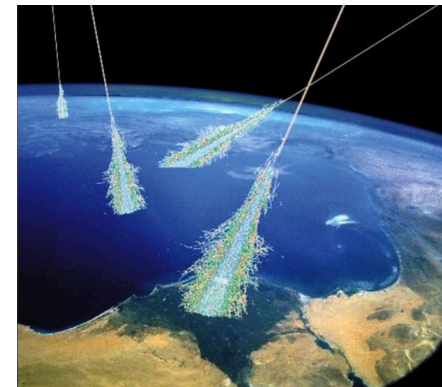
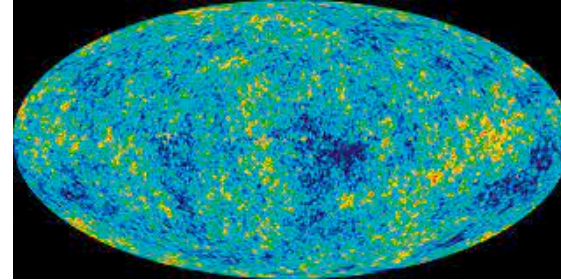




Segundo período

Tópicos:

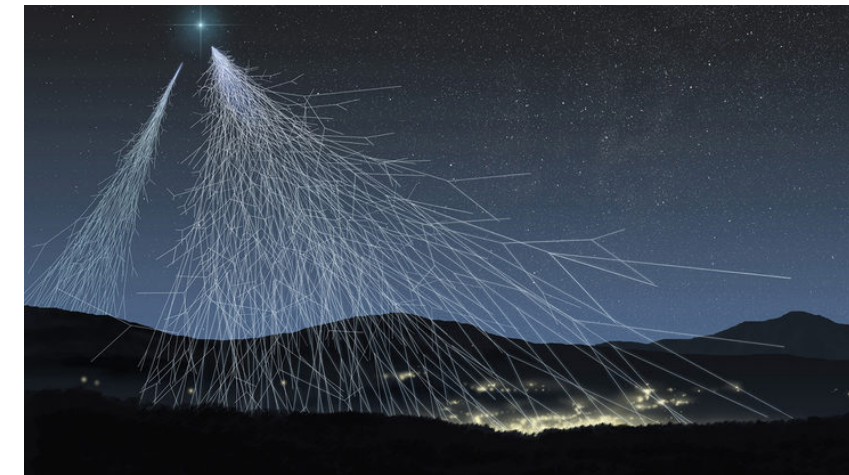
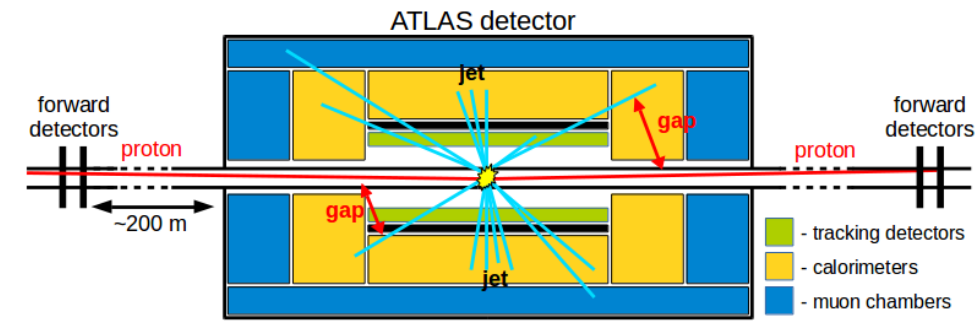
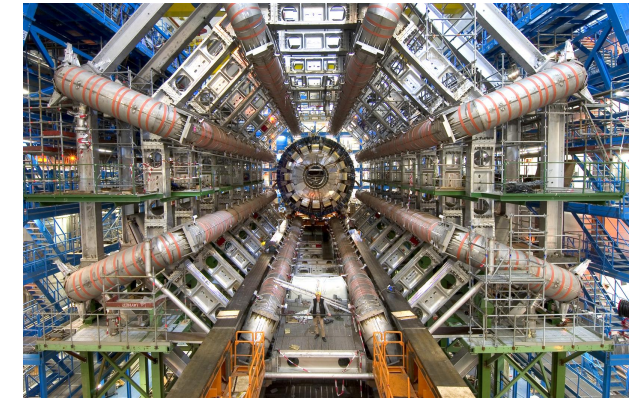
1. Cosmología Observacional
2. Rayos cósmicos
3. Rayos gamma
4. De los átomos a los agujeros negros
5. Colisión Agujeros Negros- Materia Oscura
6. Neutrinos

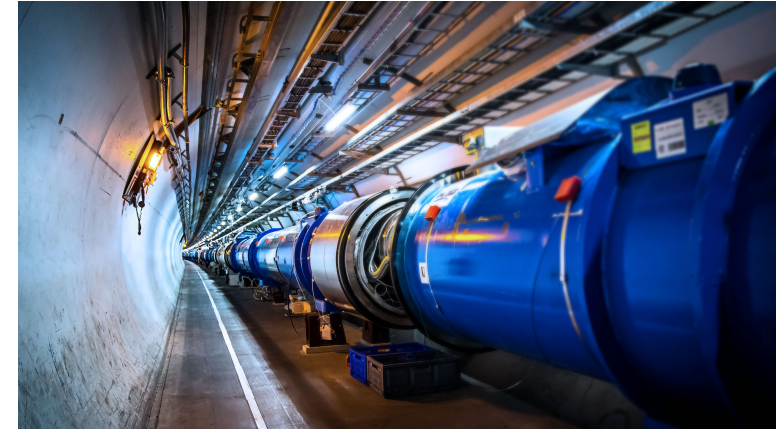
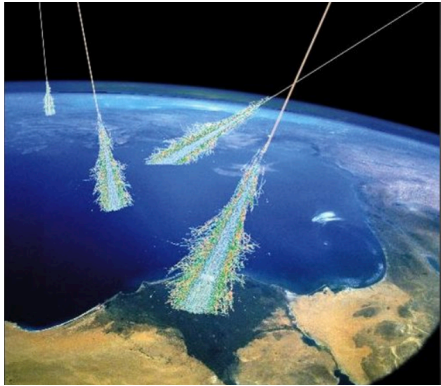




Algunos trabajos realizados en estos dos años:

- Alineamiento global del detector AFP (ATLAS Forward Proton detector) con datos de la corrida 2 del LHC (2021)
- Observación de la modulación del flujo de rayos cósmicos galácticos con los ciclos solares en el experimento Pierre Auger (2021)
- Determinación de los errores sistemáticos asociados al alineamiento global del detector AFP (2022)
- Distancias en cosmología (2022).





Gracias

	<p>mass $\approx 2.4 \text{ MeV}/c^2$ charge $2/3$ spin $1/2$</p> <p>u up</p>	<p>mass $\approx 1.275 \text{ GeV}/c^2$ charge $2/3$ spin $1/2$</p> <p>c charm</p>	<p>mass $\approx 172.44 \text{ GeV}/c^2$ charge $2/3$ spin $1/2$</p> <p>t top</p>	<p>mass 0 charge 0 spin 1</p> <p>g gluon</p>	<p>mass $\approx 125.09 \text{ GeV}/c^2$ charge 0 spin 0</p> <p>H Higgs</p>
QUARKS	<p>mass $\approx 4.8 \text{ MeV}/c^2$ charge $-1/3$ spin $1/2$</p> <p>d down</p>	<p>mass $\approx 95 \text{ MeV}/c^2$ charge $-1/3$ spin $1/2$</p> <p>s strange</p>	<p>mass $\approx 4.18 \text{ GeV}/c^2$ charge $-1/3$ spin $1/2$</p> <p>b bottom</p>	<p>mass 0 charge 0 spin 1</p> <p>γ photon</p>	
	<p>mass $\approx 0.511 \text{ MeV}/c^2$ charge -1 spin $1/2$</p> <p>e electron</p>	<p>mass $\approx 105.67 \text{ MeV}/c^2$ charge -1 spin $1/2$</p> <p>μ muon</p>	<p>mass $\approx 1.7768 \text{ GeV}/c^2$ charge -1 spin $1/2$</p> <p>τ tau</p>	<p>mass $\approx 91.19 \text{ GeV}/c^2$ charge 0 spin 1</p> <p>Z Z boson</p>	SCALAR BOSONS
LEPTONS	<p>mass $\approx 2.2 \text{ eV}/c^2$ charge 0 spin $1/2$</p> <p>ν_e electron neutrino</p>	<p>mass $\approx 1.7 \text{ MeV}/c^2$ charge 0 spin $1/2$</p> <p>ν_μ muon neutrino</p>	<p>mass $\approx 15.5 \text{ MeV}/c^2$ charge 0 spin $1/2$</p> <p>ν_τ tau neutrino</p>	<p>mass $\approx 80.39 \text{ GeV}/c^2$ charge ± 1 spin 1</p> <p>W W boson</p>	
					GAUGE BOSONS





Backup Slides

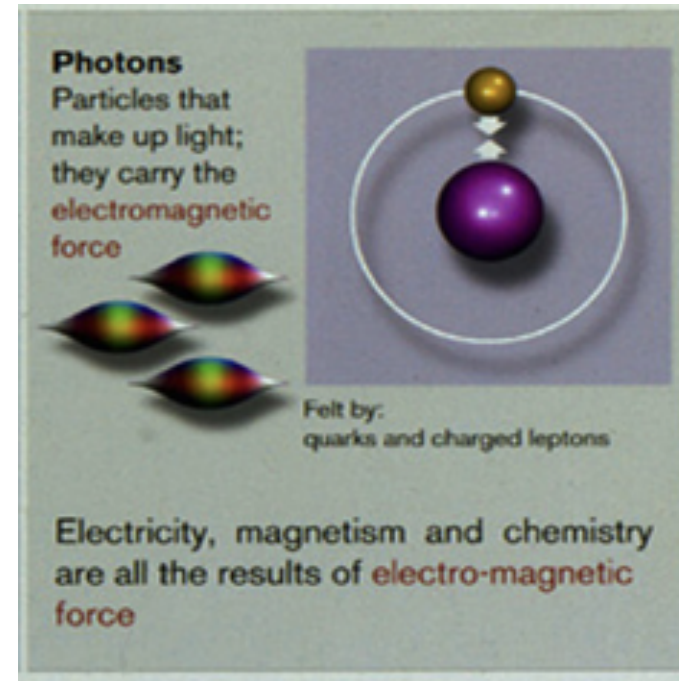


Construyendo el Modelo Estándar: QED

	mass $\approx 2.4 \text{ MeV}/c^2$ charge $2/3$ spin $1/2$ u up	mass $\approx 1.275 \text{ GeV}/c^2$ charge $2/3$ spin $1/2$ c charm	mass $\approx 172.44 \text{ GeV}/c^2$ charge $2/3$ spin $1/2$ t top	mass 0 charge 0 spin 1 g gluon
QUARKS	mass $\approx 4.8 \text{ MeV}/c^2$ charge $-1/3$ spin $1/2$ d down	mass $\approx 95 \text{ MeV}/c^2$ charge $-1/3$ spin $1/2$ s strange	mass $\approx 4.18 \text{ GeV}/c^2$ charge $-1/3$ spin $1/2$ b bottom	mass 0 charge 0 spin 1 γ photon
	mass $\approx 0.511 \text{ MeV}/c^2$ charge -1 spin $1/2$ e electron	mass $\approx 105.67 \text{ MeV}/c^2$ charge -1 spin $1/2$ μ muon	mass $\approx 1.7768 \text{ GeV}/c^2$ charge -1 spin $1/2$ τ tau	mass $\approx 91.19 \text{ GeV}/c^2$ charge 0 spin 1 Z Z boson
LEPTONS	mass $< 2.2 \text{ eV}/c^2$ charge 0 spin $1/2$ ν_e electron neutrino	mass $< 1.7 \text{ MeV}/c^2$ charge 0 spin $1/2$ ν_μ muon neutrino	mass $< 15.5 \text{ MeV}/c^2$ charge 0 spin $1/2$ ν_τ tau neutrino	mass $\approx 80.39 \text{ GeV}/c^2$ charge ± 1 spin 1 W W boson

GAUGE BOSONS

Interacción: Electromagnetismo



2. Ecuación de Dirac
3. Descripción de la electrodinámica cuántica:
QED y renormalización



Construyendo el Modelo Estándar: QCD

	<p>mass $\approx 2.4 \text{ MeV}/c^2$</p> <p>charge $2/3$</p> <p>spin $1/2$</p> <p>u</p> <p>up</p>	<p>mass $\approx 1.275 \text{ GeV}/c^2$</p> <p>charge $2/3$</p> <p>spin $1/2$</p> <p>c</p> <p>charm</p>	<p>mass $\approx 172.44 \text{ GeV}/c^2$</p> <p>charge $2/3$</p> <p>spin $1/2$</p> <p>t</p> <p>top</p>	<p>mass 0</p> <p>charge 0</p> <p>spin 1</p> <p>g</p> <p>gluon</p>
QUARKS	<p>mass $\approx 4.8 \text{ MeV}/c^2$</p> <p>charge $-1/3$</p> <p>spin $1/2$</p> <p>d</p> <p>down</p>	<p>mass $\approx 95 \text{ MeV}/c^2$</p> <p>charge $-1/3$</p> <p>spin $1/2$</p> <p>s</p> <p>strange</p>	<p>mass $\approx 4.18 \text{ GeV}/c^2$</p> <p>charge $-1/3$</p> <p>spin $1/2$</p> <p>b</p> <p>bottom</p>	<p>mass 0</p> <p>charge 0</p> <p>spin 1</p> <p>γ</p> <p>photon</p>
	<p>mass $\approx 0.511 \text{ MeV}/c^2$</p> <p>charge -1</p> <p>spin $1/2$</p> <p>e</p> <p>electron</p>	<p>mass $\approx 105.67 \text{ MeV}/c^2$</p> <p>charge -1</p> <p>spin $1/2$</p> <p>μ</p> <p>muon</p>	<p>mass $\approx 1.7768 \text{ GeV}/c^2$</p> <p>charge -1</p> <p>spin $1/2$</p> <p>τ</p> <p>tau</p>	<p>mass $\approx 91.19 \text{ GeV}/c^2$</p> <p>charge 0</p> <p>spin 1</p> <p>Z</p> <p>Z boson</p>
LEPTONS	<p>mass $< 2.2 \text{ eV}/c^2$</p> <p>charge 0</p> <p>spin $1/2$</p> <p>ν_e</p> <p>electron neutrino</p>	<p>mass $< 1.7 \text{ MeV}/c^2$</p> <p>charge 0</p> <p>spin $1/2$</p> <p>ν_μ</p> <p>muon neutrino</p>	<p>mass $< 15.5 \text{ MeV}/c^2$</p> <p>charge 0</p> <p>spin $1/2$</p> <p>ν_τ</p> <p>tau neutrino</p>	<p>mass $\approx 80.39 \text{ GeV}/c^2$</p> <p>charge ± 1</p> <p>spin 1</p> <p>W</p> <p>W boson</p>
				GAUGE BOSONS

Interacción Fuerte



4. Descripción de la Cromodinámica cuántica

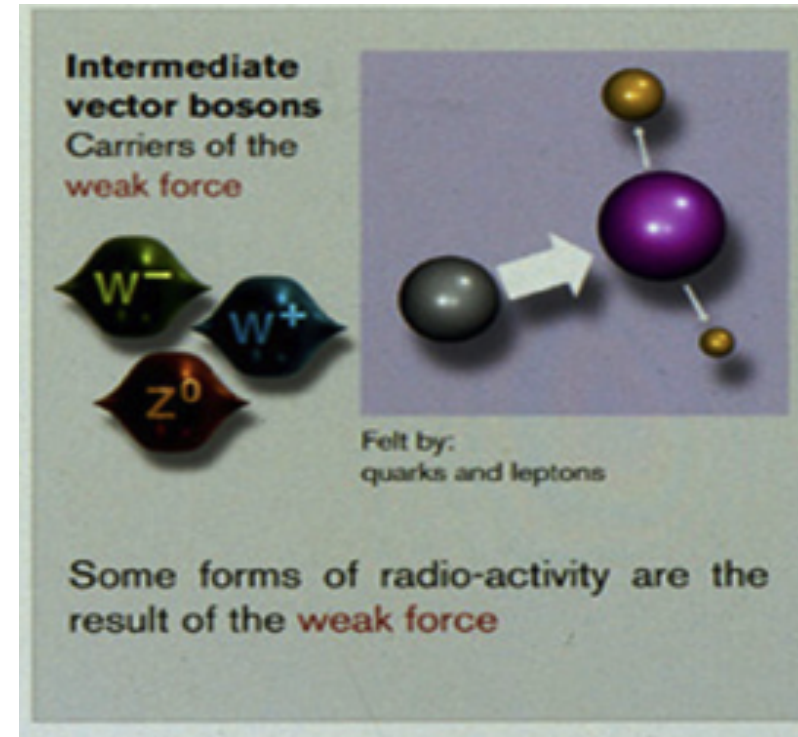
QCD



Construyendo el Modelo Estándar : Débil

LEPTONS	mass charge spin	$\approx 2.4 \text{ MeV}/c^2$ 2/3 1/2 u up	$\approx 1.275 \text{ GeV}/c^2$ 2/3 1/2 c charm	$\approx 172.44 \text{ GeV}/c^2$ 2/3 1/2 t top	0 0 1 g gluon
	QUARKS	$\approx 4.8 \text{ MeV}/c^2$ -1/3 1/2 d down	$\approx 95 \text{ MeV}/c^2$ -1/3 1/2 s strange	$\approx 4.18 \text{ GeV}/c^2$ -1/3 1/2 b bottom	0 0 1 γ photon
	$\approx 0.511 \text{ MeV}/c^2$ -1 1/2 e electron	$\approx 105.67 \text{ MeV}/c^2$ -1 1/2 μ muon	$\approx 1.7768 \text{ GeV}/c^2$ -1 1/2 τ tau	$\approx 91.19 \text{ GeV}/c^2$ 0 1 Z Z boson	GAUGE BOSONS
$< 2.2 \text{ eV}/c^2$ 0 1/2 ν_e electron neutrino	$< 1.7 \text{ MeV}/c^2$ 0 1/2 ν_μ muon neutrino	$< 15.5 \text{ MeV}/c^2$ 0 1/2 ν_τ tau neutrino	$\approx 80.39 \text{ GeV}/c^2$ ± 1 1 W W boson		

Interacción Débil

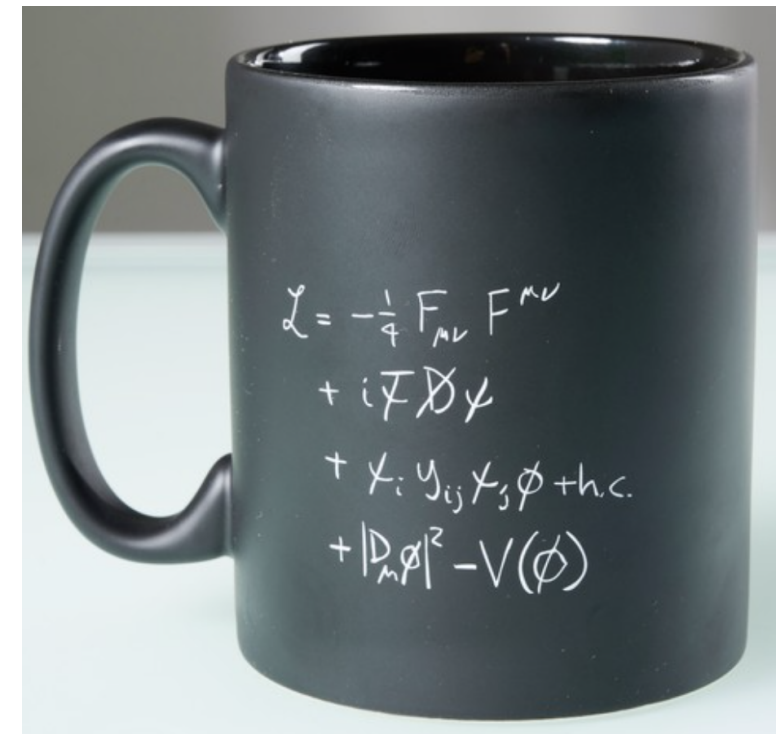
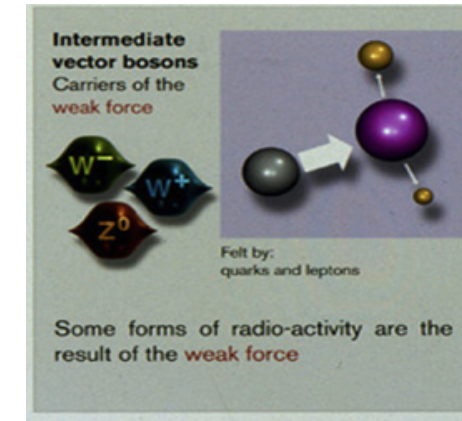
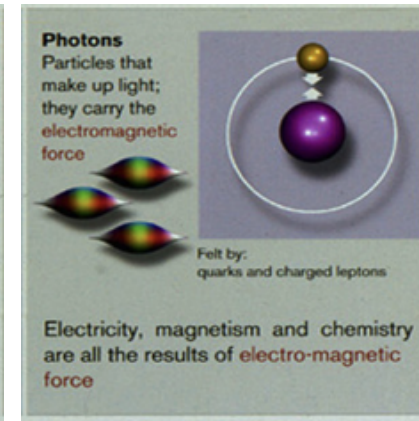
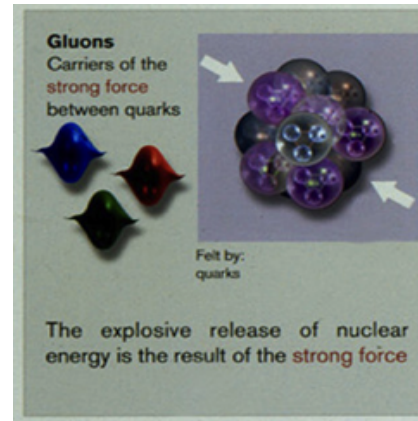


5. Descripción de la interacción débil



Construyendo el Modelo Estándar

	<p>mass $\approx 2.4 \text{ MeV}/c^2$ charge $2/3$ spin $1/2$</p> <p>u up</p>	<p>mass $\approx 1.275 \text{ GeV}/c^2$ charge $2/3$ spin $1/2$</p> <p>c charm</p>	<p>mass $\approx 172.44 \text{ GeV}/c^2$ charge $2/3$ spin $1/2$</p> <p>t top</p>	<p>mass 0 charge 0 spin 1</p> <p>g gluon</p>	<p>mass $\approx 125.09 \text{ GeV}/c^2$ charge 0 spin 0</p> <p>H Higgs</p>
QUARKS	<p>mass $\approx 4.8 \text{ MeV}/c^2$ charge $-1/3$ spin $1/2$</p> <p>d down</p>	<p>mass $\approx 95 \text{ MeV}/c^2$ charge $-1/3$ spin $1/2$</p> <p>s strange</p>	<p>mass $\approx 4.18 \text{ GeV}/c^2$ charge $-1/3$ spin $1/2$</p> <p>b bottom</p>	<p>mass 0 charge 0 spin 1</p> <p>γ photon</p>	SCALAR BOSONS
	<p>mass $\approx 0.511 \text{ MeV}/c^2$ charge -1 spin $1/2$</p> <p>e electron</p>	<p>mass $\approx 105.67 \text{ MeV}/c^2$ charge -1 spin $1/2$</p> <p>μ muon</p>	<p>mass $\approx 1.7768 \text{ GeV}/c^2$ charge -1 spin $1/2$</p> <p>τ tau</p>	<p>mass $\approx 91.19 \text{ GeV}/c^2$ charge 0 spin 1</p> <p>Z Z boson</p>	
LEPTONS	<p>mass $< 2.2 \text{ eV}/c^2$ charge 0 spin $1/2$</p> <p>ν_e electron neutrino</p>	<p>mass $< 1.7 \text{ MeV}/c^2$ charge 0 spin $1/2$</p> <p>ν_μ muon neutrino</p>	<p>mass $< 15.5 \text{ MeV}/c^2$ charge 0 spin $1/2$</p> <p>ν_τ tau neutrino</p>	<p>mass $\approx 80.39 \text{ GeV}/c^2$ charge ± 1 spin 1</p> <p>W W boson</p>	



6. Mecanismo de Higgs
7. Lagrangiano del ME completo
8. Limitaciones del ME



En la práctica: contenido en 3 pilares

Programa académico 2021 LA-CoNGA physics



Latin American alliance for
Capacity building in Advanced physics

LA-CoNGA physics

El programa académico de LA-CoNGA physics presenta tres ejes temáticos complementarios:

Ciencia de Datos

Provee herramientas y conceptos para abordar el tratamiento y análisis de datos con el fin de realizar inferencias científicas reproducibles.

Instrumentación Científica

Orientado a proveer herramientas y conceptos para el desarrollo y uso de sistemas e interfaces en instrumentación científica.

Teoría

Comprender el formalismo básico de la Teoría de Campos, así como sus aplicaciones en la Física de Altas Energías y la Teoría de los Sistemas Complejos.

Semestre
enero - junio 2021

Ingeniería de software para la investigación

Arturo Sánchez Pineda, Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS-LAPP), Francia.

Juan C. Basto Pineda, Universidad Industrial de Santander, Colombia.

Introducción a la estadística

José Ocariz, Université de Paris, Francia.

Camila Rangel-Smith, The Alan Turing Institute, Reino Unido.

Proyectos en Física de Altas Energías

Arturo Sánchez Pineda, Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS-LAPP), Francia.

Javier Solano, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.

Proyectos de Sistemas Complejos en Dinámica Molecular

Ernesto Medina, Yachay Tech, Ecuador.

Introducción a sistemas de medidas

Dennis Cazar, Universidad San Francisco de Quito, Ecuador.

Instrumentación Científica

Reina Camacho Toro, Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), LPNHE, Francia.

Harold Yepes Ramírez, Yachay Tech, Ecuador.

Proyectos en Física de Altas Energías

Luis A. Núñez, Universidad Industrial de Santander Colombia.

Proyectos en Sistemas Complejos

Mario Cosenza, Yachay Tech, Ecuador.

Introducción a la Teoría de Campos

José Ocariz, Université de Paris, Francia.

Anamaria Font, UCV, Venezuela y Albert-Einstein-Institut, Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik, Alemania.

Jorge Stephany, Universidad Simón Bolívar, Venezuela.

Teoría de Campos y Mecánica Estadística (Sistemas Complejos)

Pierre Pujol, Université Paul Sabatier, Francia.

Introducción a la Física de Partículas (Física de Altas Energías)

Gabriela Navarro, Universidad Antonio Naríño, Colombia.

José Antonio López, Universidad Central de Venezuela, Venezuela.

Semestre
julio - diciembre 2021

Electiva I-A

Hackaton

Ciencia Ciudadana

Pre-pasantía

Pasantías

Electiva I-B

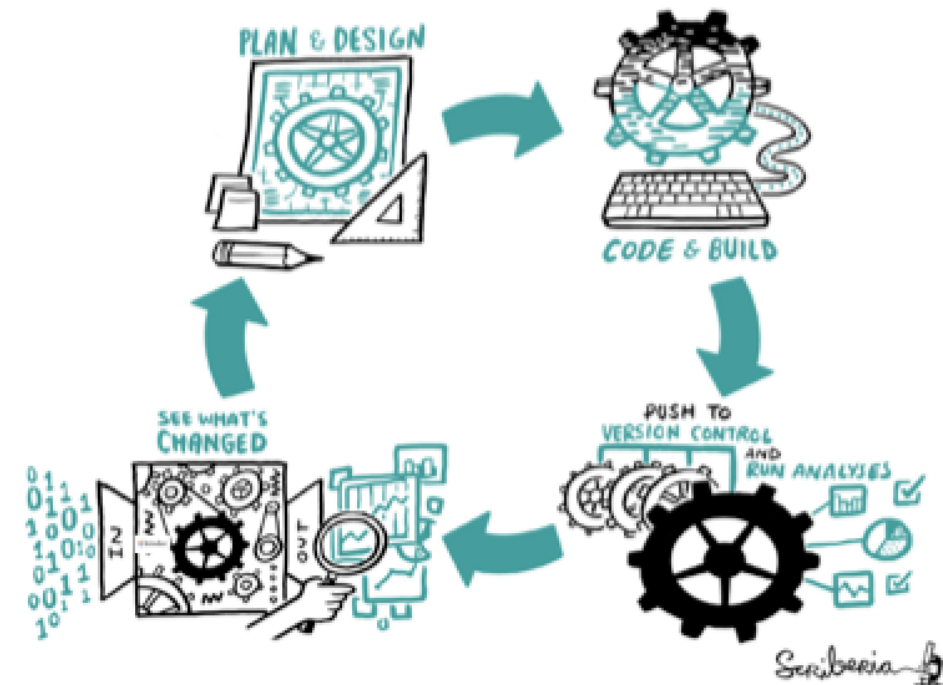


El módulo de ciencia de datos de LA-CoNGA physics



Objetivos:

- Proveer herramientas y conceptos para el tratamiento y análisis de datos para realizar inferencias científicas
- Énfasis en la reproducibilidad científica, principios de ciencia abierta y en un ambiente colaborativo
- Interacción con aliados en el campo de la ciencia de datos
- Actividades prácticas usando datos abiertos
- Más detalles sobre el [contenido y estructura del curso aquí](#)



(Esta imagen fue creada por [Scriberia](#) para la comunidad [The Turing Way](#) y puede ser usada bajo licencia CC-BY. Esta imagen está disponible en [Zenodo](#))



El módulo de instrumentación de LA-CoNGA physics



Objetivos:

- Proveer herramientas y conceptos para el uso y desarrollo de sistemas e interfaces de instrumentación científica
- Dos temas principales: las técnicas de detección de radiación y partículas, explorar los sistemas complejos
- Actividades prácticas y demostraciones, tanto como las condiciones en cada país lo permitan
- Más detalles sobre el [contenido y estructura del curso aquí](#)



Imagen cortesía de CAEN