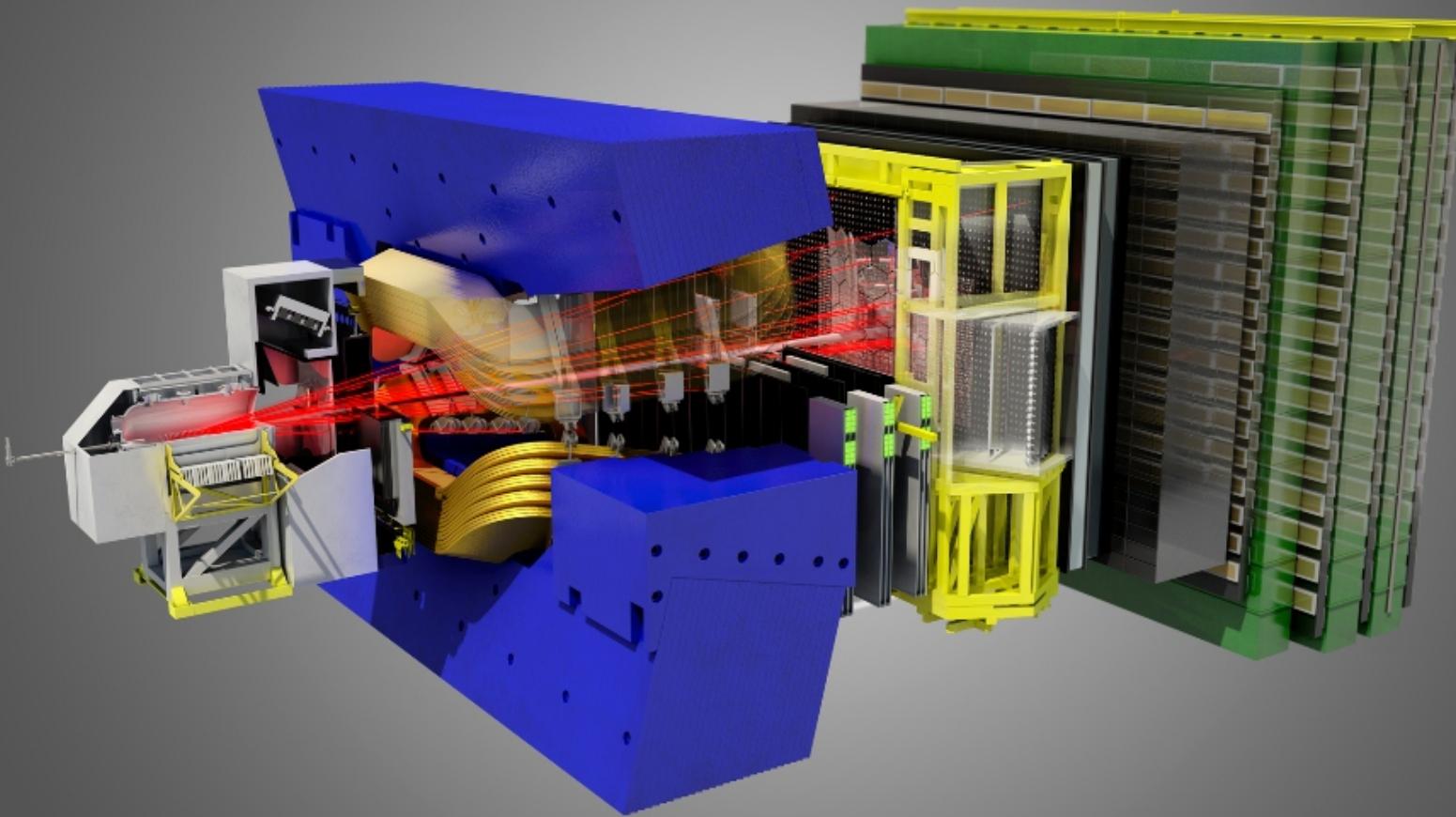


El Experimento LHCb



LHCb@IFIC: Composición del grupo

- El IFIC es miembro oficial de LHCb desde junio de 2013

- Miembros:

Seniors: Arantza Oyanguren (R&C), Fernando Martínez Vidal (TU), Francisco Botella (CU)

Postdocs: Louis Henry (S8a)

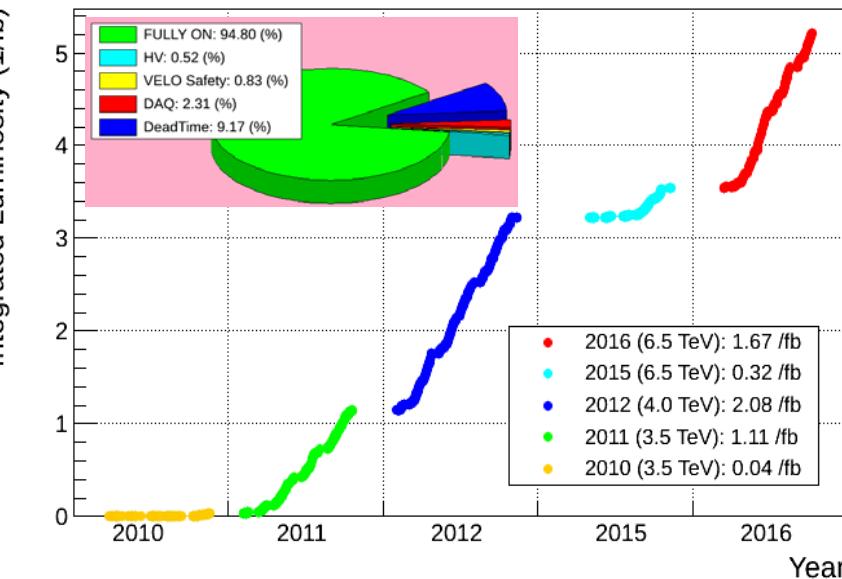
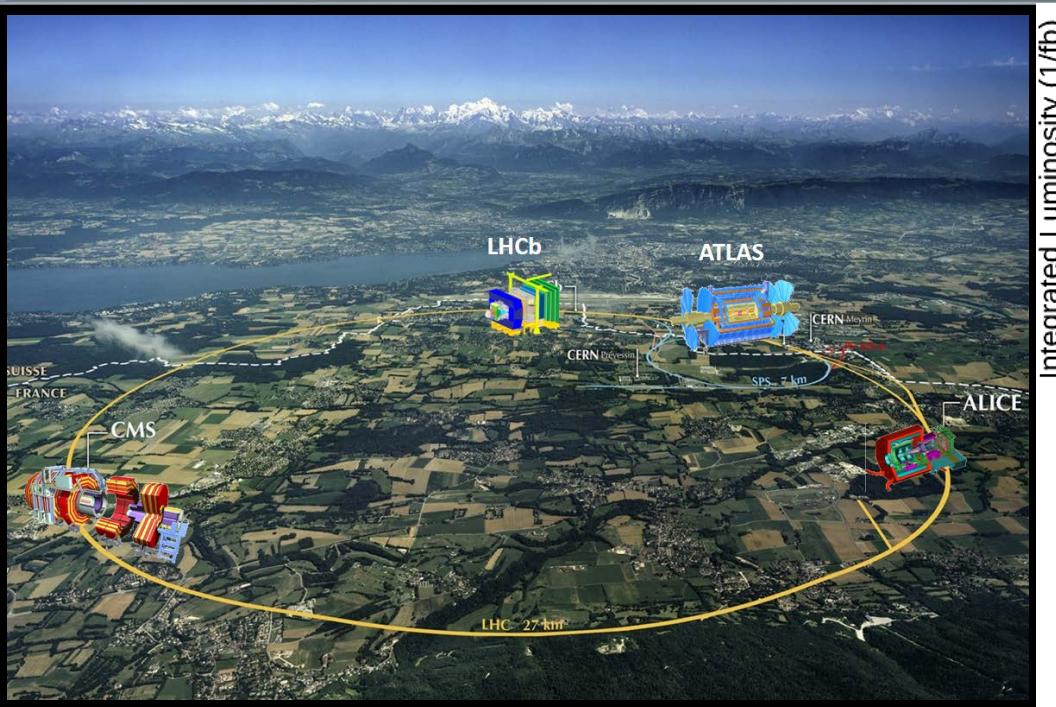
PhDs: Pablo Ruiz*, Carlos Sánchez Mayordomo (FPI), Clara Remón (Proyecto), Luismi García (Proyecto), Joan Ruiz Vidal (Proyecto), Fernando Cornet (Prometeo).

Ingenieros: Jose Mazorra de Cos (Prometeo→ PTA)

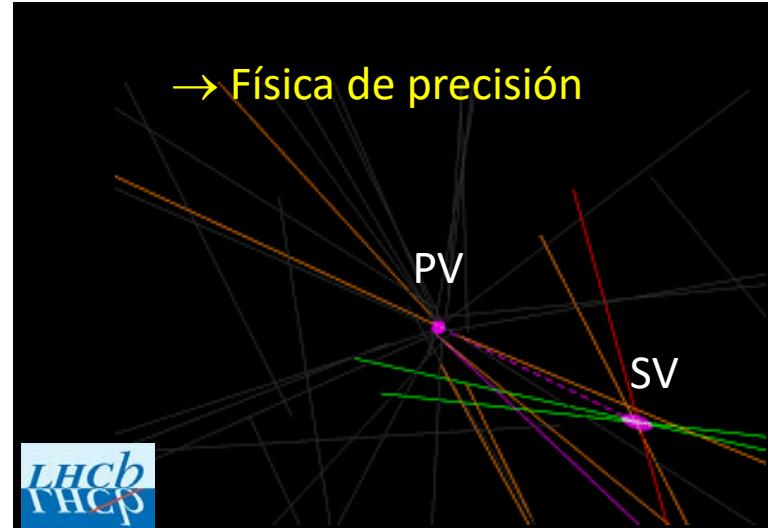
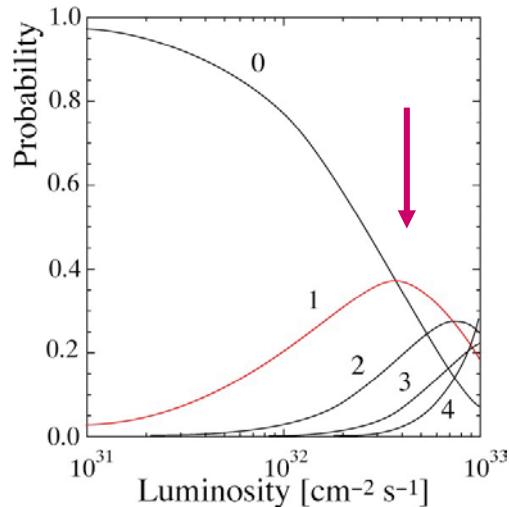
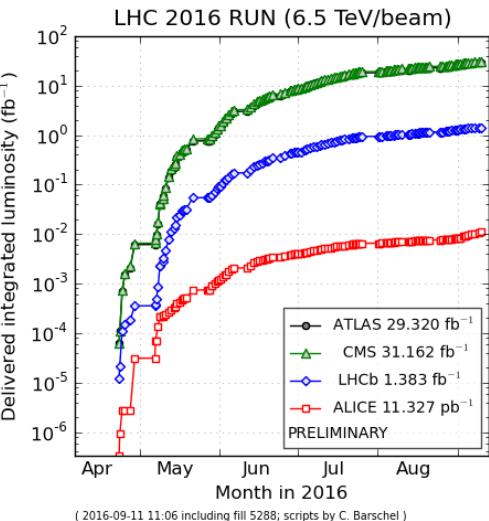


* Doctorado en Diciembre de 2016

LHCb@IFIC: Tema de investigación



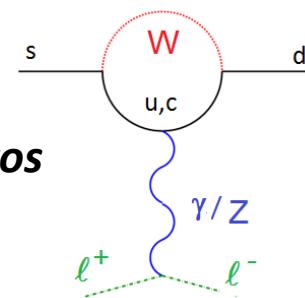
Haces desfocalizados para reducir el número de interacciones: $\mathcal{L}_{\text{LHB}} \sim \mathcal{L}_{\text{ATLAS}} / 20$



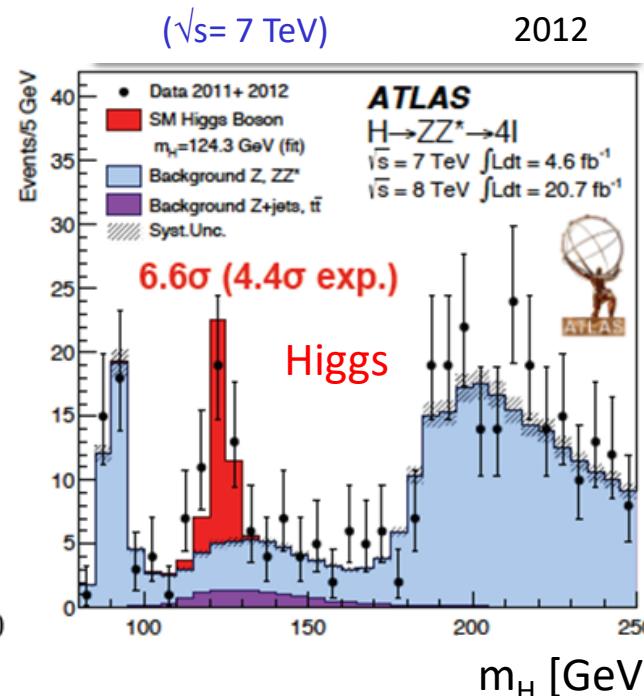
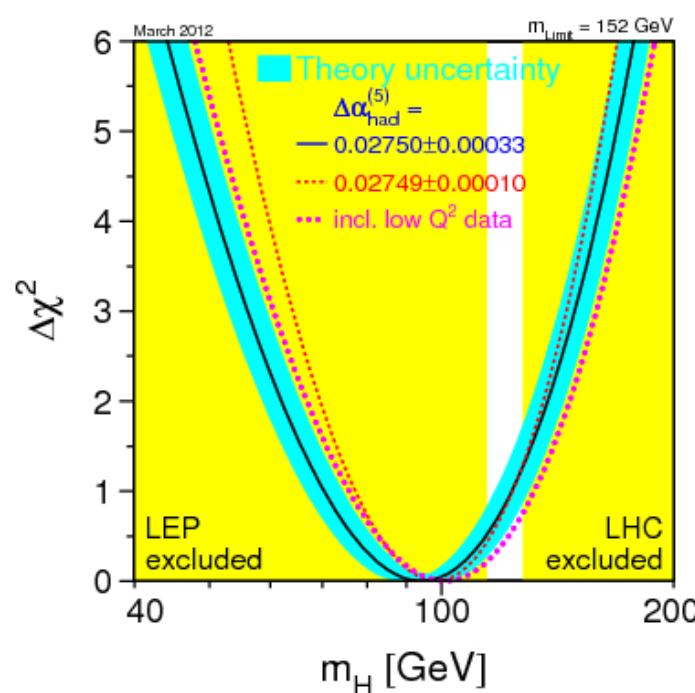
LHCb@IFIC: Tema de investigación

Goal: Búsqueda de Nueva Física ...

Búsqueda indirecta → **partículas creadas off-Shell: Evidencia en efectos cuánticos (loops)** → Física de precisión (BR's, asimetrías...)



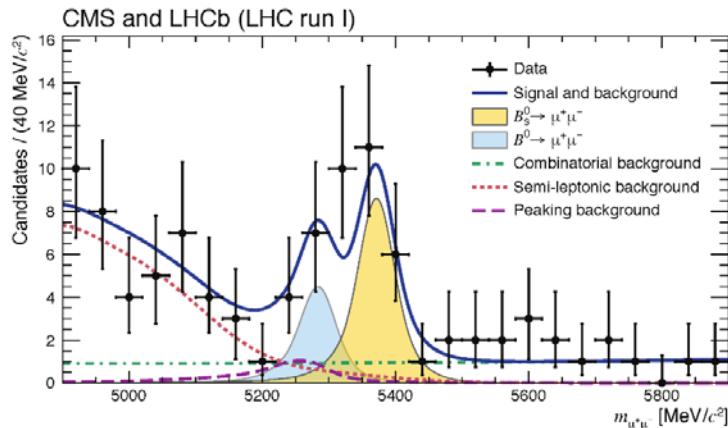
→ Complementaria a la búsqueda directa en ATLAS y CMS



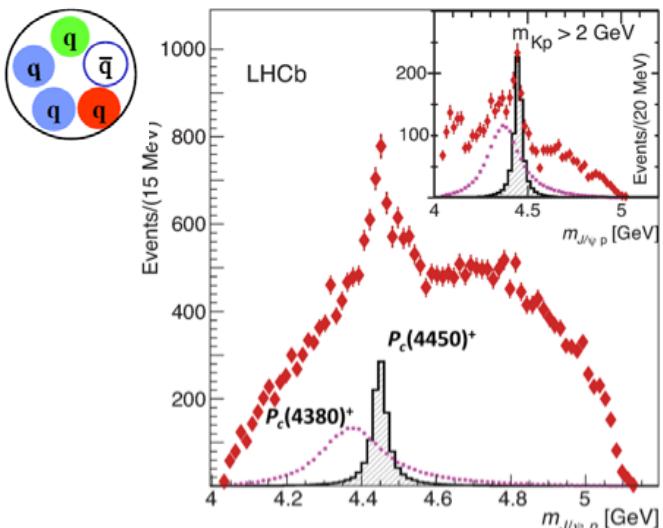
LHCb@IFIC: Tema de investigación

Some LHCb highlights:

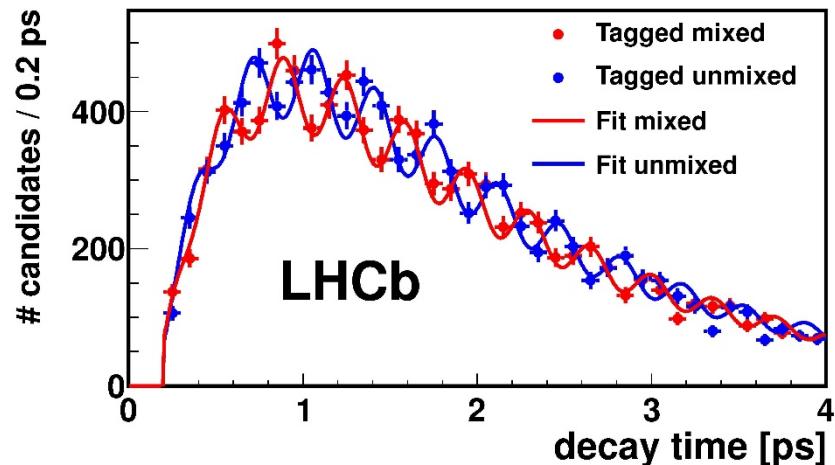
Observation of $B_s \rightarrow \mu^+ \mu^-$
Nature 522, (2015) 68-72



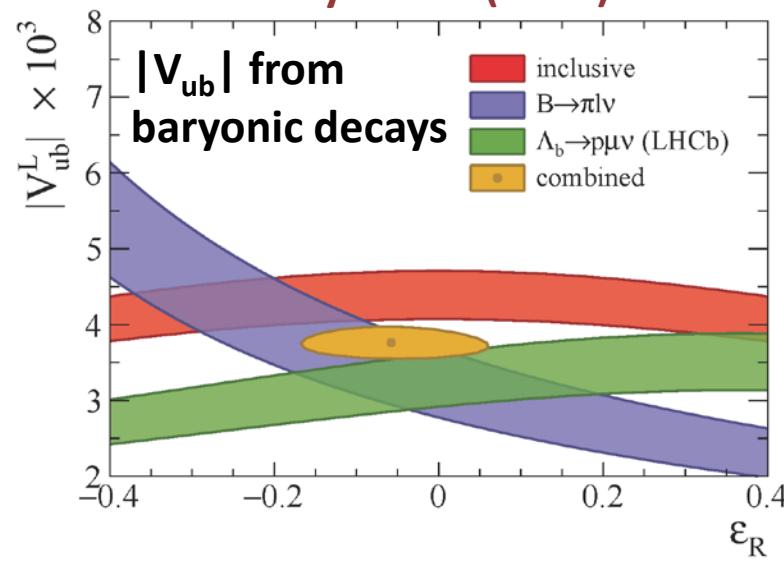
Pentaquarks **PRL 115 (2015) 072001**



B_s oscillation frequency
New J. Phys. 15 (2013) 053021



Nature Physics 11 (2015) 743



LHCb@IFIC: Tema de investigación

Lineas de investigación en el IFIC:

- Desintegraciones radiativas de hadrones pesados.
- Física de espín y Momentos Dipolares Eléctricos (EDMs).
- Fenomenología de la Física de Sabor.
- Contribución al desarrollo del nuevo detector de trazas SciFi.

Financiación:

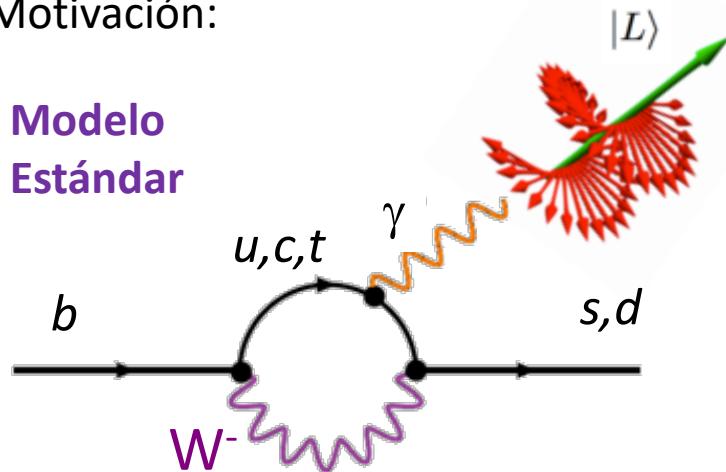
- ▶ *Desafíos presentes y futuros del experimento LHCb del CERN (II).*
FPA2015-68318-R, 2016-2017.
- ▶ *Aproximación teórico-experimental a la búsqueda de nueva física con sabores pesados.* **PROMETEOII/2014/049**, 2014-2017.
- ▶ *Participacion española en el experimento LHCb del CERN: física y mejoras.*
FPA2013-48020-C3-2-P, 2014.

LHCb@IFIC: Tema de investigación

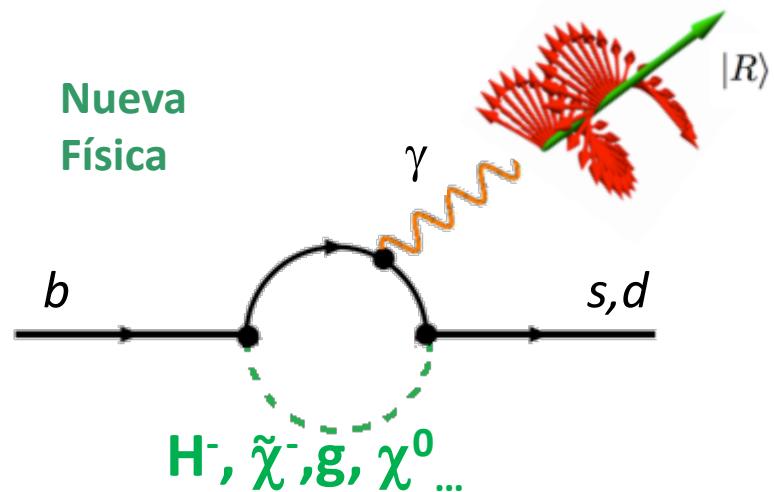
Desintegraciones radiativas de hadrones pesados (FCNC):

Motivación:

Modelo
Estándar



Nueva
Física



La polarización del fotón en desintegraciones del tipo $b \rightarrow s \gamma$ es levógira en el SM. La presencia de fotones con polarización anómala implicaría la existencia de Nueva Física. Esta polarización se puede medir:

- 1- A través del estudio del **tiempo propio de desintegración** en canales del tipo $B_s \rightarrow \phi \gamma$.
- 2- A través del estudio de las **distribuciones angulares** de desintegraciones de hadrones pesados, ej: **b-baryons** ($\Lambda_b \rightarrow \Lambda \gamma$, $\Xi_b \rightarrow \Xi \gamma$, $\Omega_b \rightarrow \Omega \gamma$).

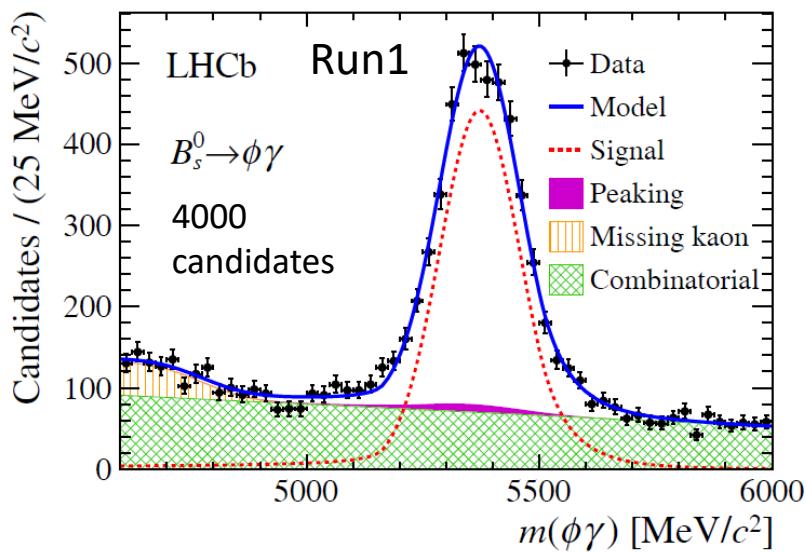
LHCb@IFIC: Tema de investigación

1 - Primera medida del tiempo propio en la desintegración $B_s^0 \rightarrow \phi\gamma$:

LHCb
milestone

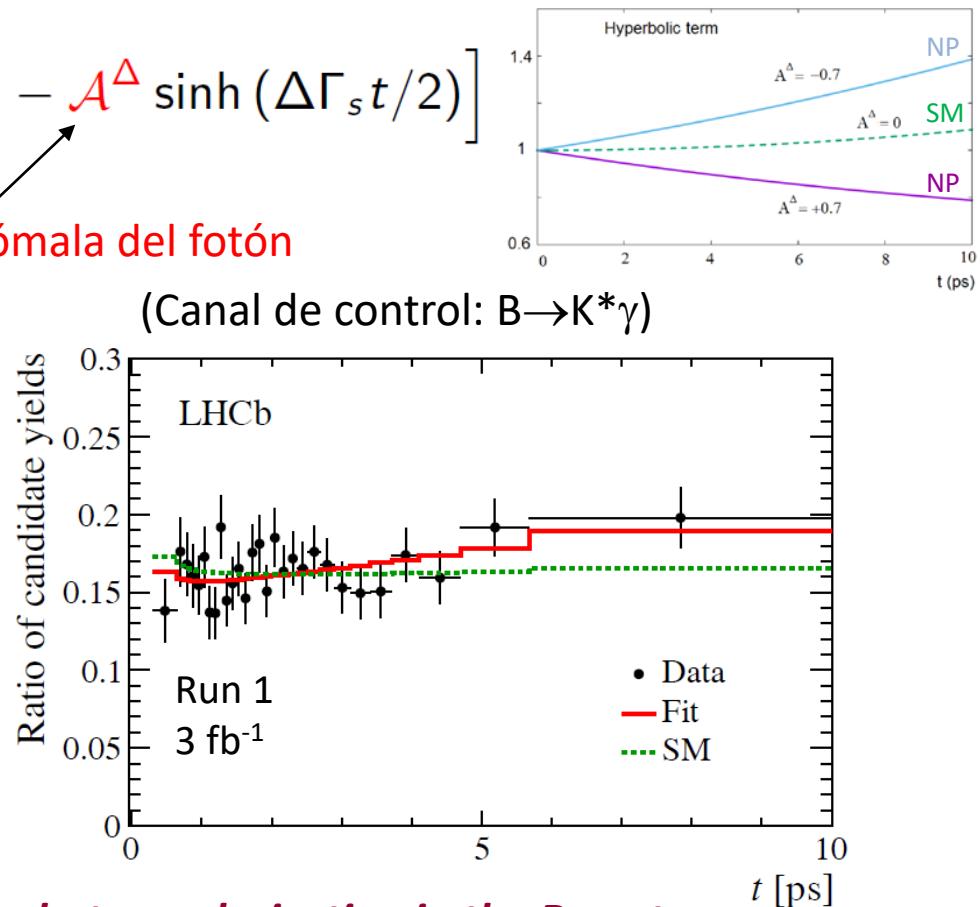
$$\Gamma_{B_s^0 \rightarrow \phi\gamma}(t) \propto e^{-\Gamma_s t} \left[\cosh(\Delta\Gamma_s t/2) - A^\Delta \sinh(\Delta\Gamma_s t/2) \right]$$

Información sobre la polarización anómala del fotón



First experimental study of the photon polarization in the B_s system

$$A^\Delta = -0.98^{+0.46+0.23}_{-0.52-0.20}$$

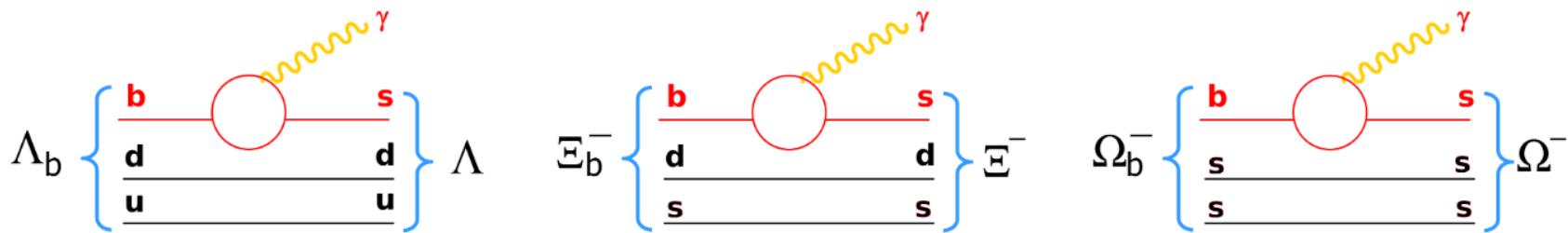


Publicado en Phy. Rev. Lett. **118** (2017) 021801

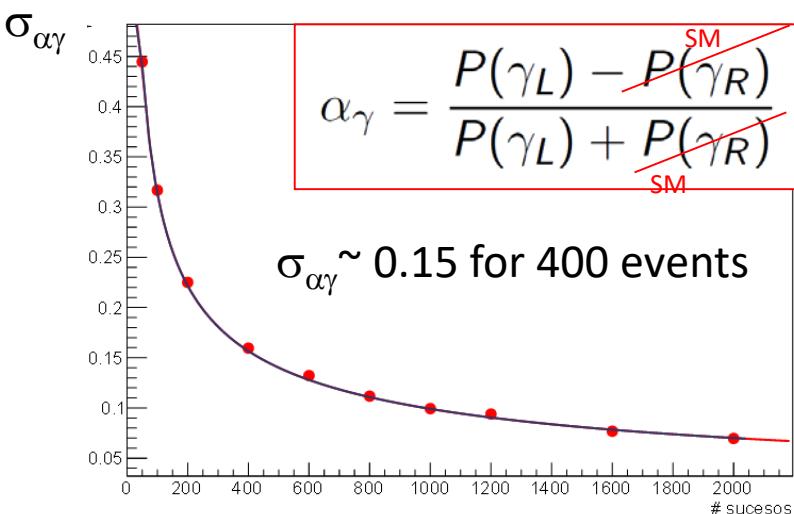
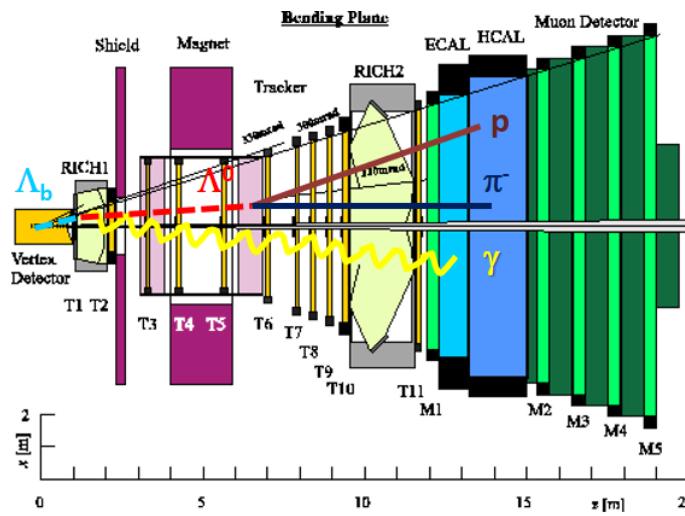
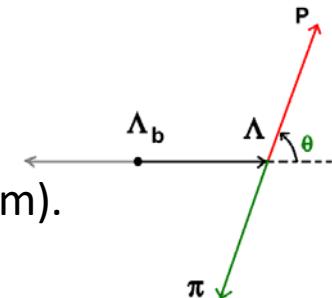
(CERN Physics Highlight en la ICHEP 2016)

LHCb@IFIC: Tema de investigación

2- Distribución angular en desintegraciones radiativas de b -baryons



- No se han observado todavía $\text{BR}(\Lambda_b \rightarrow \Lambda \gamma) < 10^{-3}$, accesibles en LHCb
- Acceso a la polarización del fotón a través de la distribución angular
- Challenge: Long-living particles, difíciles de reconstruir ($c\tau(\Lambda) = 7.89 \text{ cm}$).
- Hemos desarrollado el trigger y la reconstrucción, listos para el Run 2



LHCb@IFIC: Tema de investigación

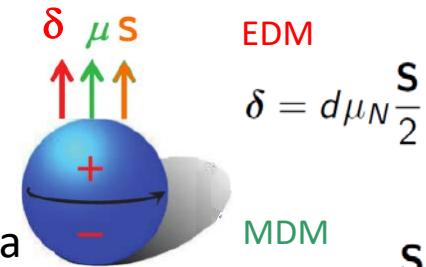
Física de Espín y EDMs:

Motivación:

La bariogénesis necesita nuevas fuentes de violación de CP: Nueva Física

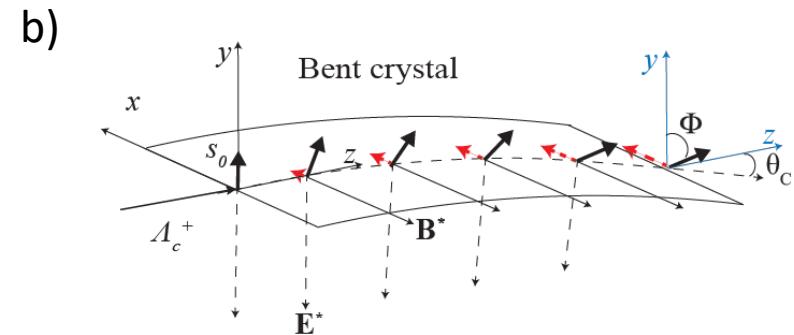
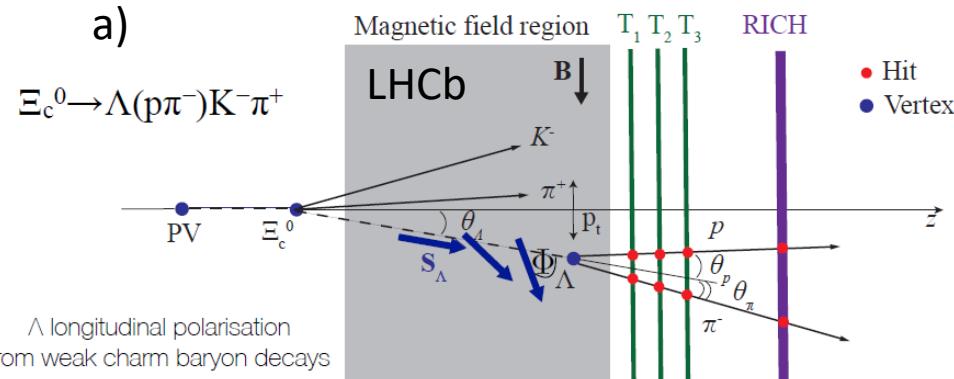
→ Procesos *flavour-changing* (FCNC) → Goal de LHCb

→ Procesos *flavour-conserving* → Momentos dipolares eléctricos (EDMs)
→ Tests de CPT con MDMs



Propuesta: *On the search for EDMs of strange and charm baryons at LHC*,
[arXiv:1612.06769 \[hep-ex\]](https://arxiv.org/abs/1612.06769) (enviado a EPJC)

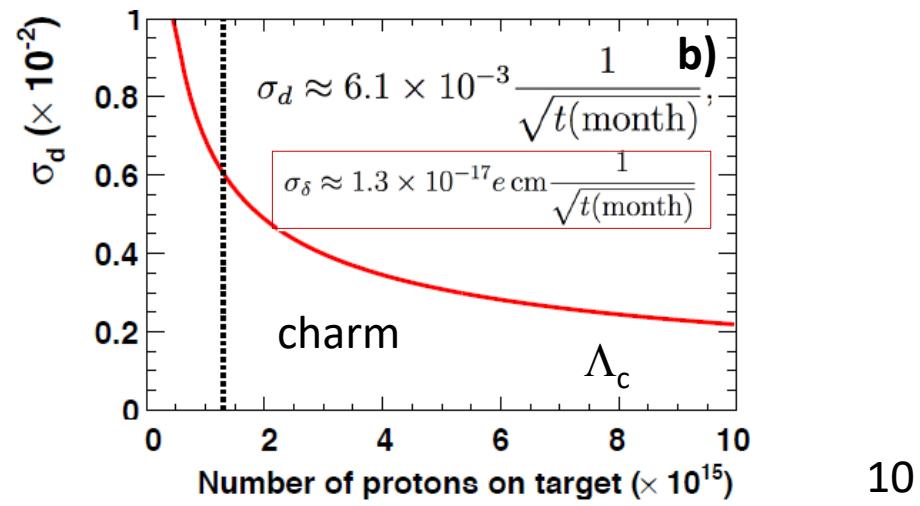
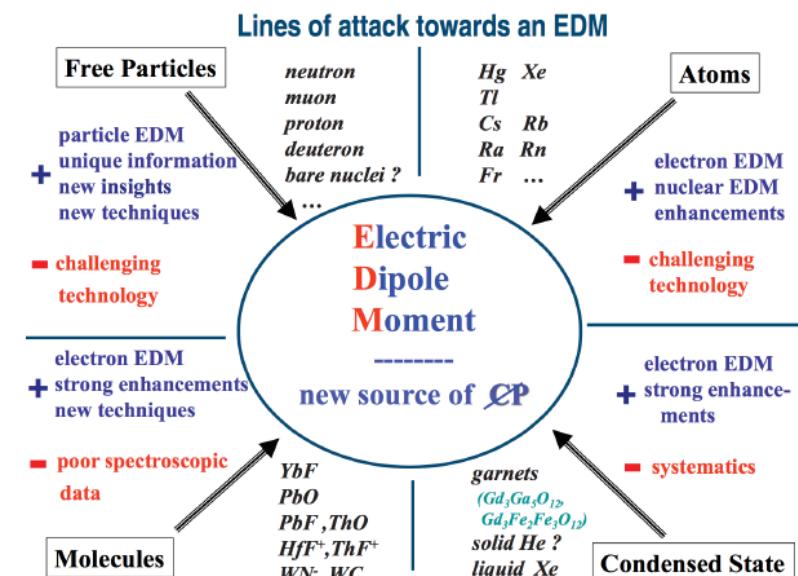
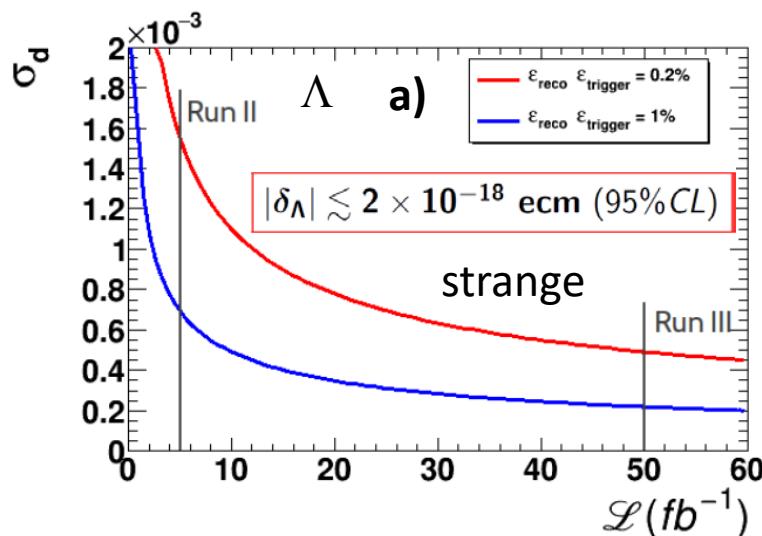
- Utilizar la precesión de espín de bariones con vidas medias largas (Λ) en el campo electromagnético de LHCb.
- Utilizar la precesión de espín de bariones con vida medias cortas (Λ_c^+ , Ξ_c^+) utilizando cristales curvos en un montaje de blanco fijo cerca de LHCb.



LHCb@IFIC: Tema de investigación

Estudios en diferentes sistemas, medidas actuales:

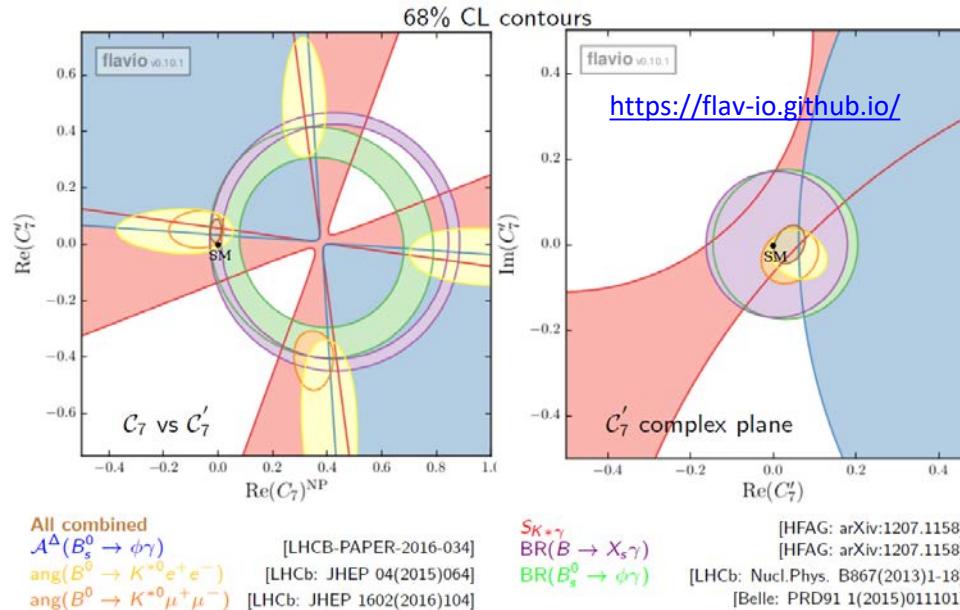
Particle	Limit/Measurement [e cm]	SM limit [factor to go]
e	$<1.05 \times 10^{-27}$	10^{11}
μ	$<1.8 \times 10^{-19}$	10^8
τ	$(-2.2 < d_\tau < 4.5) \times 10^{-17}$	10^7
n	$<2.9 \times 10^{-26}$	10^4
p	$<0.54 \times 10^{-23}$	10^6
Λ^0	$(-3.0 \pm 7.4) \times 10^{-17}$	10^{11}
$\nu_{e,\mu}$	$<2 \times 10^{-21}$	
ν_τ	$<5.2 \times 10^{-17}$	
Hg-atom	$<3.1 \times 10^{-29}$	$\leq 10^4$



LHCb@IFIC: Tema de investigación

Fenomenología en Física de Sabor:

Crucial para la interpretación de resultados experimentales, definición de nuevos observables, etc...



→ Complementariedad entre la frontera de energía e intensidad:

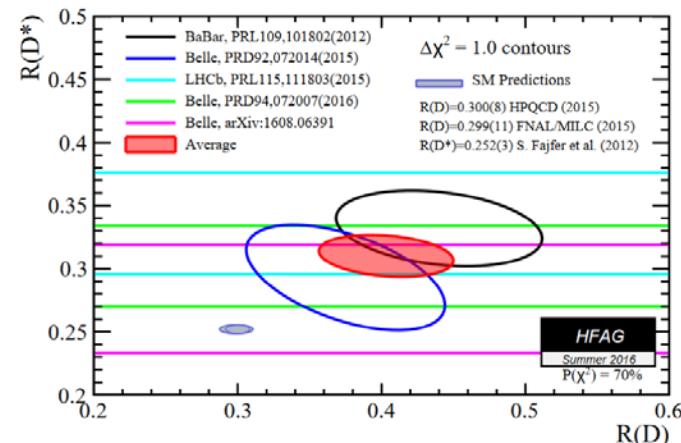
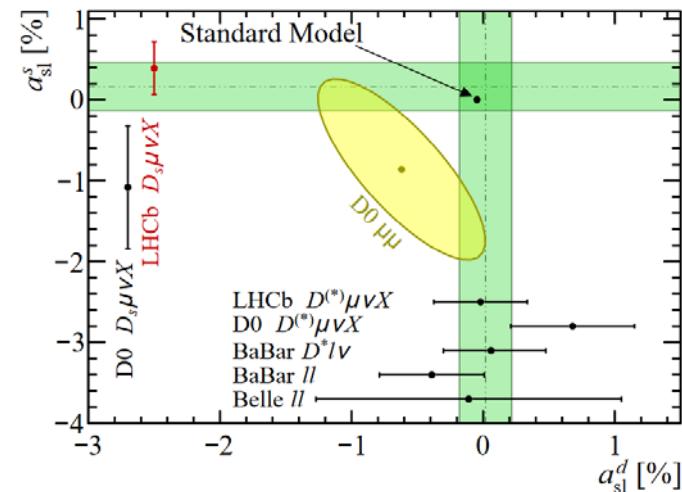
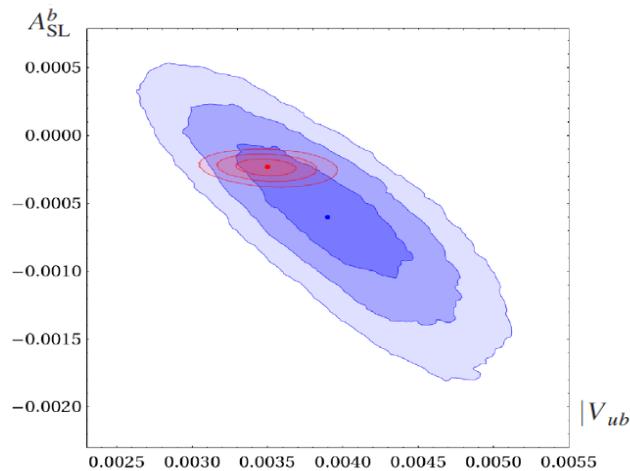
1. Vector like quarks and rare or CP violating decays
2. Flavour Changing processes in the Higgs sector
3. Discrete Symmetries (CPT,..)
4. Model independent analysis beyond 3x3 unitarity

LHCb@IFIC: Tema de investigación

Ejemplo: *Mixing asymmetries in B meson systems, the D^0 like-sign dimuon asymmetry and generic New Physics*

F. J. Botella, G. C. Branco, y M. Nebot and A. Sanchez

[Phy. Rev D 91 (2015) 035013]

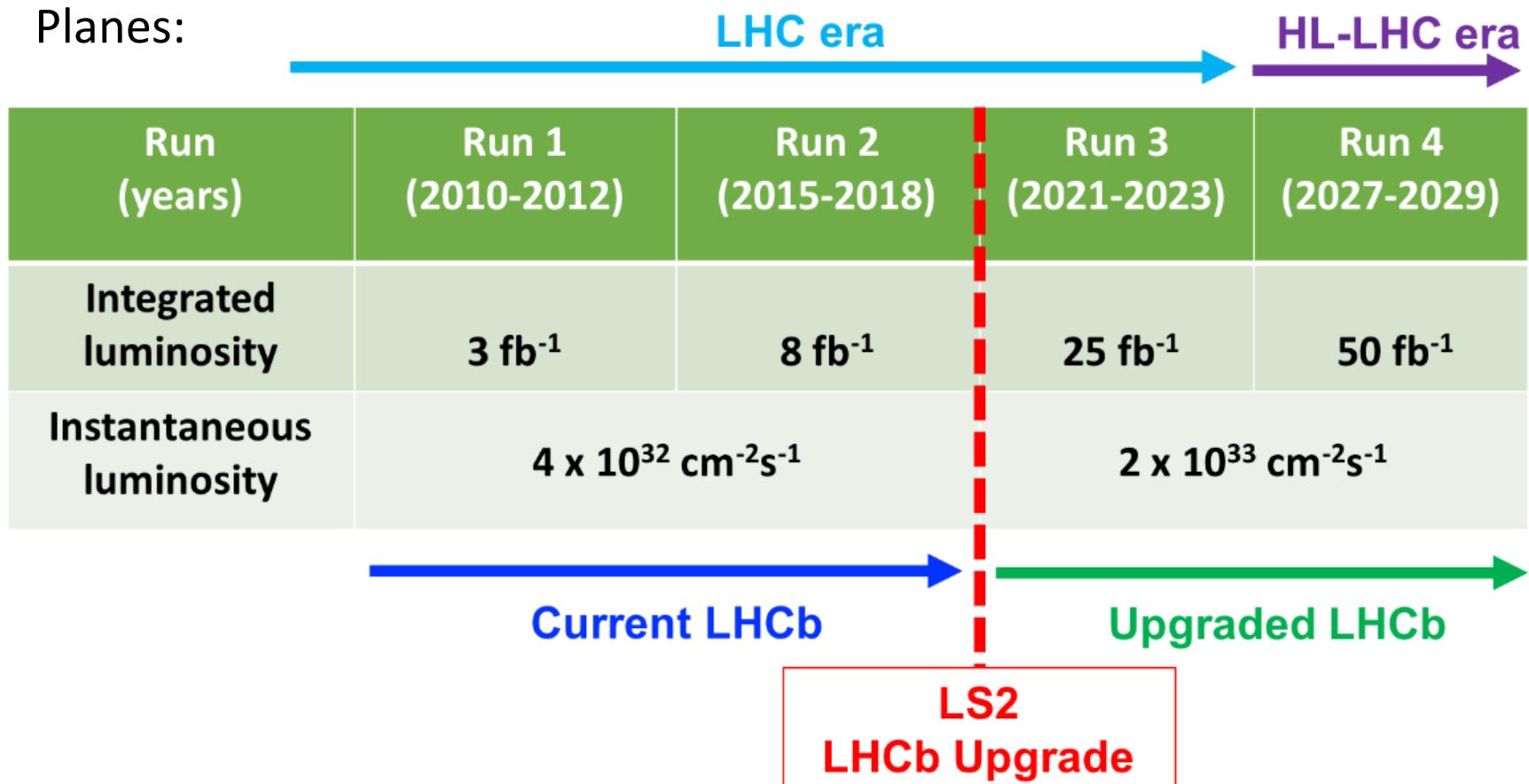


Planes:

Trabajando en Two Higgs Doublet Models (BGL) para explicar las discrepancias medidas en las desintegraciones $B \rightarrow D^* \tau \nu$ y $B \rightarrow D \tau \nu$

LHCb@IFIC: Upgrade LHCb detector

Plans:

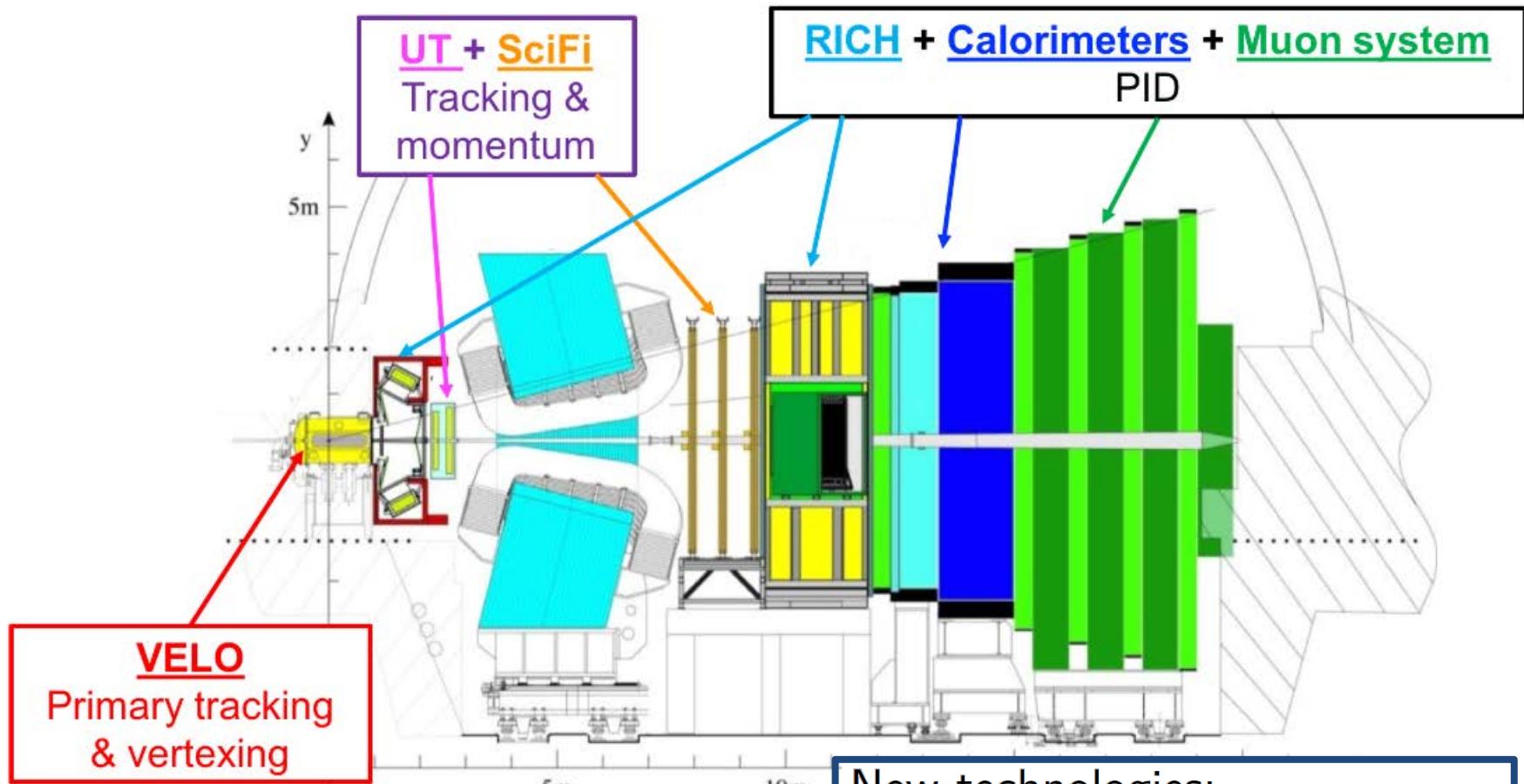


Hardware trigger L0
(E_T and μP_T) [1MHz]



Full software trigger,
readout at 40MHz

LHCb@IFIC: Upgrade LHCb detector



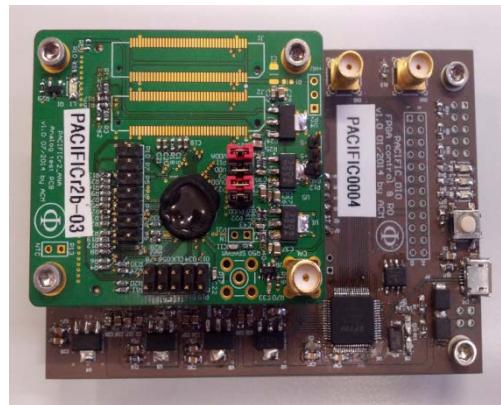
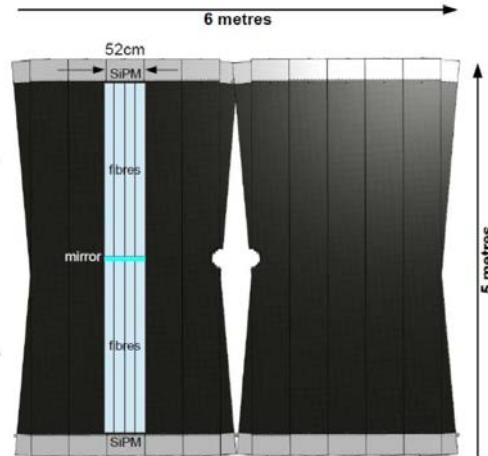
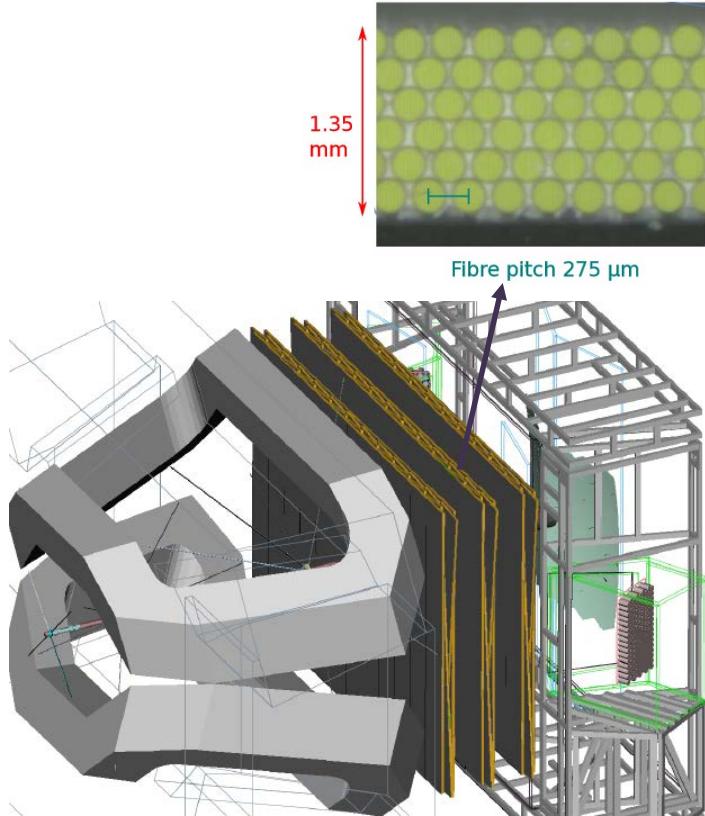
Contribución del IFIC:
Diseño y caracterización
del chip de lectura del
nuevo central tracker SciFi

- New technologies:
- VELO detector: Si pixel sensor
 - UT: Si strips sensor
 - SciFi Tracker: scintillating fibres
 - RICH detector: new layout

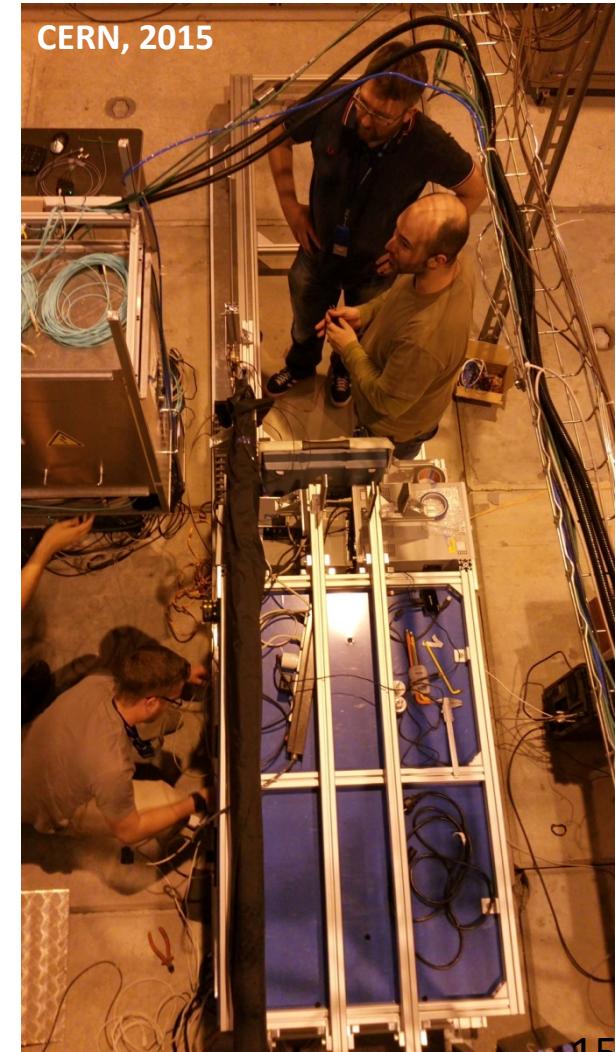
LHCb@IFIC: Upgrade LHCb detector

Contribución al desarrollo del nuevo Detector Central de Trazas SciFi:

Fibras centelleadoras de $l=2.5\text{m}$ y $\phi=250\mu$ (3 estaciones x 4 capas) + SiPMs



SciFi FE ASIC PACIFIC:
(IFIC en colaboración con
ICC-UB, LPC-UBP and PIH-RKU)

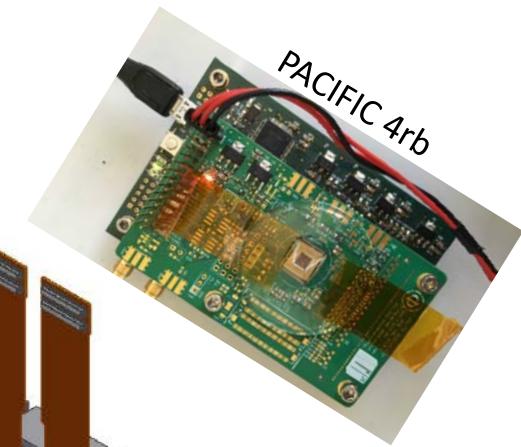
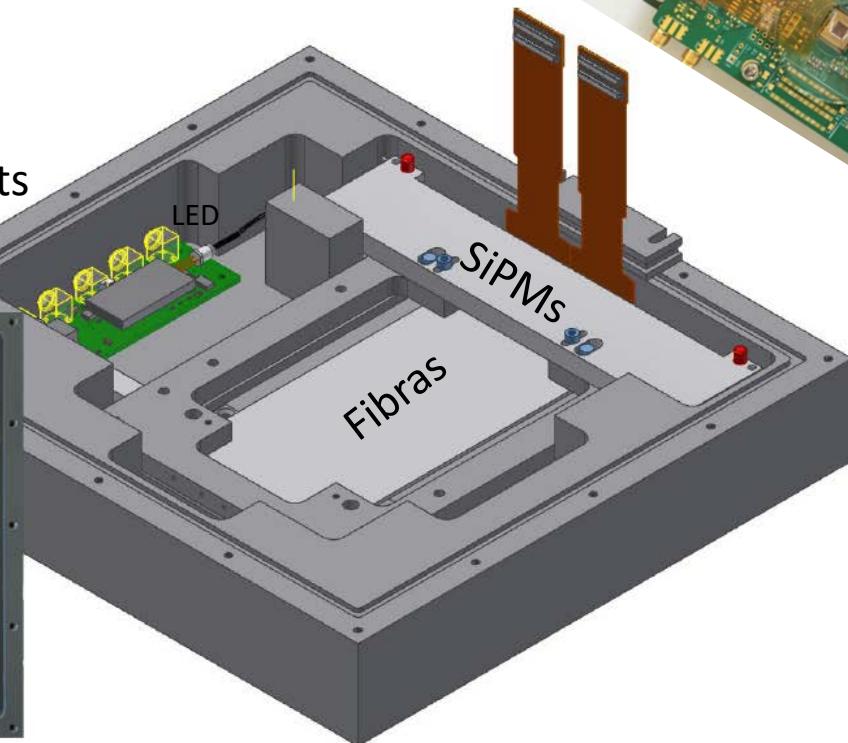


LHCb@IFIC: Upgrade LHCb detector

Contribución al desarrollo del nuevo Detector Central de Trazas SciFi:

- Actualmente testeando la version r4b de PACIFIC: test-beam en el DESY en febrero
- PACIFICr5 se producirá en los próximos meses, tests en Valencia y Heidelberg a partir de primavera de 2017
 - Producción final del ASIC y tests durante 2018.
 - Instalación y commissioning en LHCb a partir de 2019.

@ IFIC: Diseño y construcción de una caja negra para tests electrónicos del sistema integrado (SiPMs, fibras, trigger e inyección de luz) para los tests de PACIFICr5 y la producción final.



LHCb@IFIC: Planes

En resumen:

• Corto plazo: 2017-2018

- Medida de la polarización del fotón en $B_s \rightarrow \phi\gamma$ con el Run1+Run2, utilizando la información del sabor inicial del B_s
- Estudio de desintegraciones radiativas de bariones pesados
- Diseño final, tests y producción del chip PACIFIC para el SciFi
- Preparación medidas de EDMs (polarización Λ y Λ_c , tracking, diseño del montaje ...)
- Reconstrucción de trazas con el detector SciFi

• Medio plazo: 2019-20

- Análisis radiativos con todos los datos recogidos (Run1+Run2)
- Primeras medidas EDMs
- Instalación y *commissioning* del chip PACIFIC para el upgrade SciFi

• Largo plazo: 2021-23 and beyond

- Análisis de desintegraciones radiativas
- EDMs
- Posible instalación del montaje de blanco fijo con cristales curvos
- New ideas...

LHCb@IFIC: Logros científicos 13'-16'

Publicaciones (2013-16):

Artículos BaBar: **55**

Artículos LHCb: **241**

Artículos Teoría: **7 (+7)**

Tesis de Máster: 5

PhD Thesis: **Photon polarization in $B_s \rightarrow \phi\gamma$ at LHCb** (Pablo Ruiz Valls; diciembre 2016)

Conferencias: ~ 17 charlas en conf. internacionales (ICHEP14, 2 x EPS 2015, ICHEP 2016)

Responsabilidades:

Convener del grupo de Desintegraciones Radiativas en LHCb (A. Oyanguren) [2015-2017]

Miembro del LHCb Speaker Bureau (F. Martínez) [2016-2018]

Miembro del Heavy Flavour Averaging Group (HFAG) (A. Oyanguren) [2012-]

Coordinadora de la Red Española de Física de Sabor (REFIS) (A. Oyanguren) [2016-]

Workshops & Outreach:

Fourth Workshop on Flavour Physics in the LHC era
23-25 November 2015 IFIC - Parc Científic UV
Eusebio Padín Encina

IFIC
Universitat de València
CSIC
FACULTAT DE FÍSICA
GENERAL VALÈNCIA

We will have the Fourth Workshop on Flavour Physics in the LHC era. This informal workshop is devoted to research discussions.

Overview
Timetable

This informal workshop is devoted to research discussions.

Third Workshop on Flavour Physics in and Experimental Views
4-6 February 2013 Universe

Overview
Scientific Programme
Timetable
Contribution List
Author Index
Practical Infos and venue can be found at: <http://ific.uv.es/~oyangur/FLAVOUR/venue>

Dates: from 4 February 2013 15:00 t

INTERNATIONAL
MASTERCLASSES
HANDS
ON PARTICLE
PHYSICS 2016

www.physicsmasterclasses.org

Convertirte en físico por un día trabajando con datos reales producidos en el acelerador LHC del CERN.
Dirigido a estudiantes de 2º de Bachillerato.
Organizado por el Instituto de Física Corpuscular y la Facultad de Física (CSIC-Universidad de Valencia).

Más información: <http://ific.uv.es/masterclass/>

Experiencia LHCb: 2 de Marzo
Experiencia ATLAS: 8 de Marzo

Overview
Experimental View

This workshop is devoted to promote discuss concerning Heavy Flavour Physics, in particular LHCb experiment. It is supported by the PR Física Network.

Practical Infos and venue can be found at: <http://ific.uv.es/~oyangur/FLAVOUR/venue>

Dates: from 4 February 2013 15:00 t



3rd Workshop on Radiative Decays at LHCb
2nd Workshop on Radiative Decays at LHCb

IFIC (Valencia), 19-21 February 2014

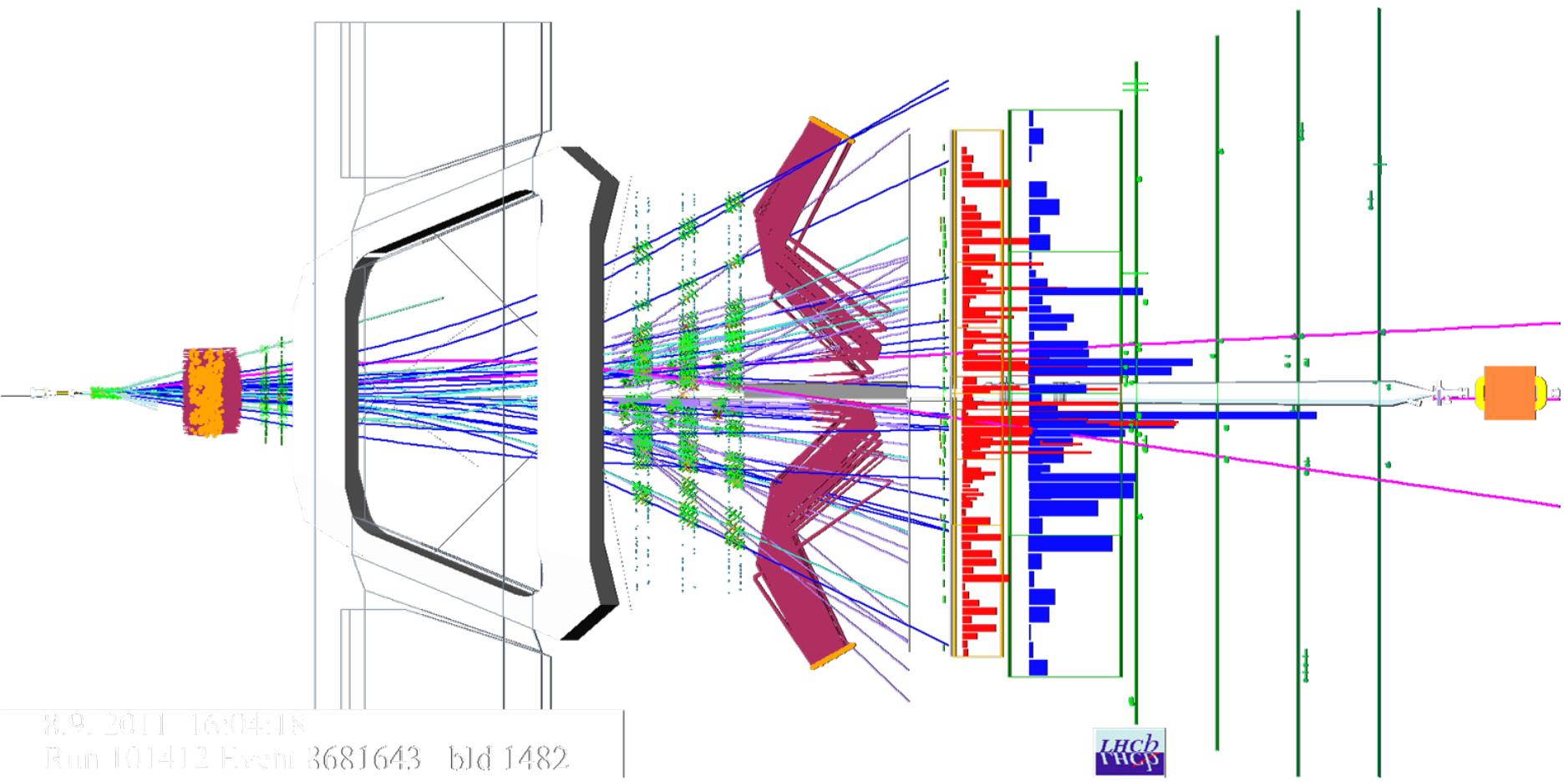
ORGANIZADORES:
ARANTZA EDIGUEZ TECHE
OLIVIER BURGESS
RÉGIS LEPELLETIER

$B_s \rightarrow \phi\gamma @ LHCb$
and other radiative decays

<http://indico.cern.ch/e/RadDecaysValencia2014>

Search

Gracias!



LHCb@IFIC: Backup

Type	Observable	LHCb 2018	Upgrade (50 fb ⁻¹)	Theory uncertainty
B_s^0 mixing	$2\beta_s(B_s^0 \rightarrow J/\psi \phi)$	0.025	0.008	~ 0.003
	$2\beta_s(B_s^0 \rightarrow J/\psi f_0(980))$	0.045	0.014	~ 0.01
	a_{sl}^s	0.6×10^{-3}	0.2×10^{-3}	0.03×10^{-3}
Gluonic penguins	$2\beta_s^{\text{eff}}(B_s^0 \rightarrow \phi \phi)$	0.17	0.03	0.02
	$2\beta_s^{\text{eff}}(B_s^0 \rightarrow K^{*0} \bar{K}^{*0})$	0.13	0.02	< 0.02
	$2\beta_s^{\text{eff}}(B^0 \rightarrow \phi K_S^0)$	0.30	0.05	0.02
Right-handed currents	$2\beta_s^{\text{eff}}(B_s^0 \rightarrow \phi \gamma)$	0.09	0.02	< 0.01
	$\tau^{\text{eff}}(B_s^0 \rightarrow \phi \gamma)/\tau_{B_s^0}$	5 %	1 %	0.2 %
Electroweak penguins	$S_3(B^0 \rightarrow K^{*0} \mu^+ \mu^- ; 1 < q^2 < 6 \text{ GeV}^2/c^4)$	0.025	0.008	0.02
	$s_0 A_{\text{FB}}(B^0 \rightarrow K^{*0} \mu^+ \mu^-)$	6 %	2 %	7 %
	$A_1(K \mu^+ \mu^- ; 1 < q^2 < 6 \text{ GeV}^2/c^4)$	0.08	0.025	~ 0.02
	$\mathcal{B}(B^+ \rightarrow \pi^+ \mu^+ \mu^-)/\mathcal{B}(B^+ \rightarrow K^+ \mu^+ \mu^-)$	8 %	2.5 %	~ 10 %
Higgs penguins	$\mathcal{B}(B_s^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-)$	0.5×10^{-9}	0.15×10^{-9}	0.3×10^{-9}
	$\mathcal{B}(B^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-)/\mathcal{B}(B_s^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-)$	~ 100 %	~ 35 %	~ 5 %
Unitarity triangle angles	$\gamma(B \rightarrow D^{(*)} K^{(*)})$	4°	0.9°	negligible
	$\gamma(B_s^0 \rightarrow D_s K)$	11°	2.0°	negligible
	$\beta(B^0 \rightarrow J/\psi K_S^0)$	0.6°	0.2°	negligible
Charm CP violation	A_Γ	0.40×10^{-3}	0.07×10^{-3}	–
	$\Delta \mathcal{A}_{CP}$	0.65×10^{-3}	0.12×10^{-3}	–