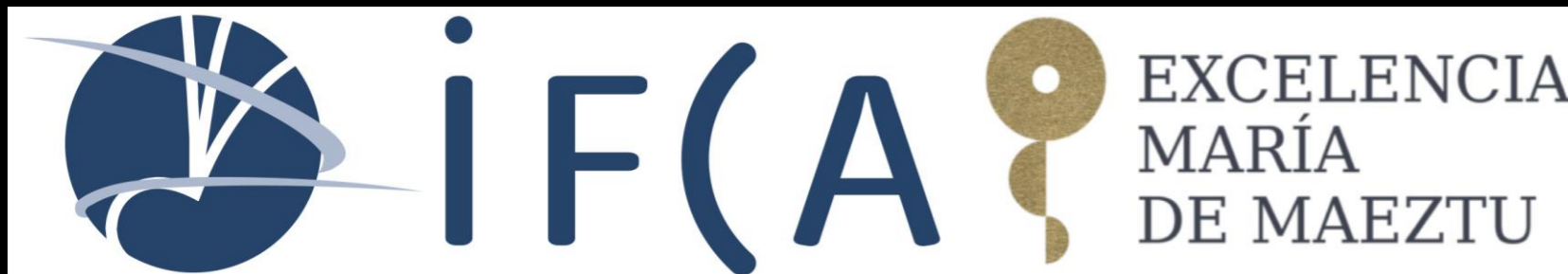
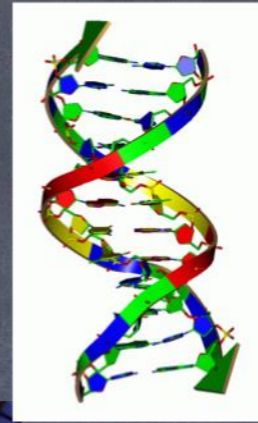
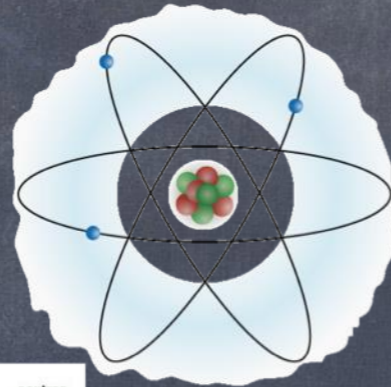
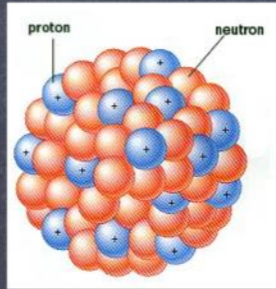
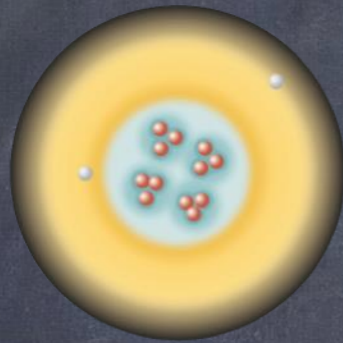


Como descubrimos cosas nuevas



Vista Tradicional De La Física



small

large

Particle
Physics

Nuclear
Physics

Atomic
Physics

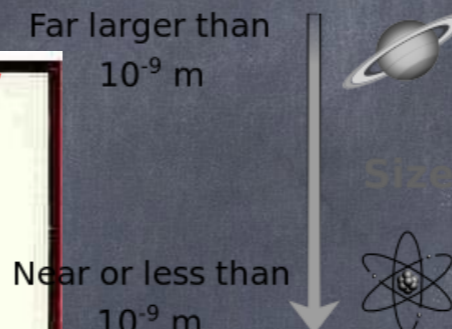
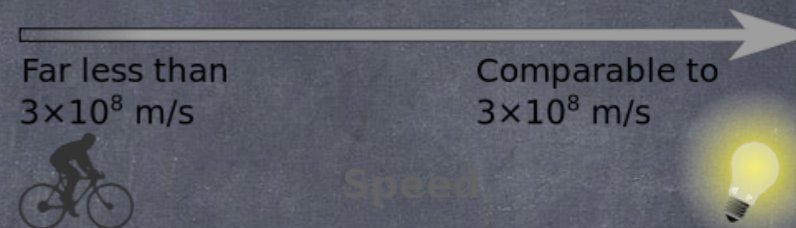
Condensed
Matter Physics

Biophysics

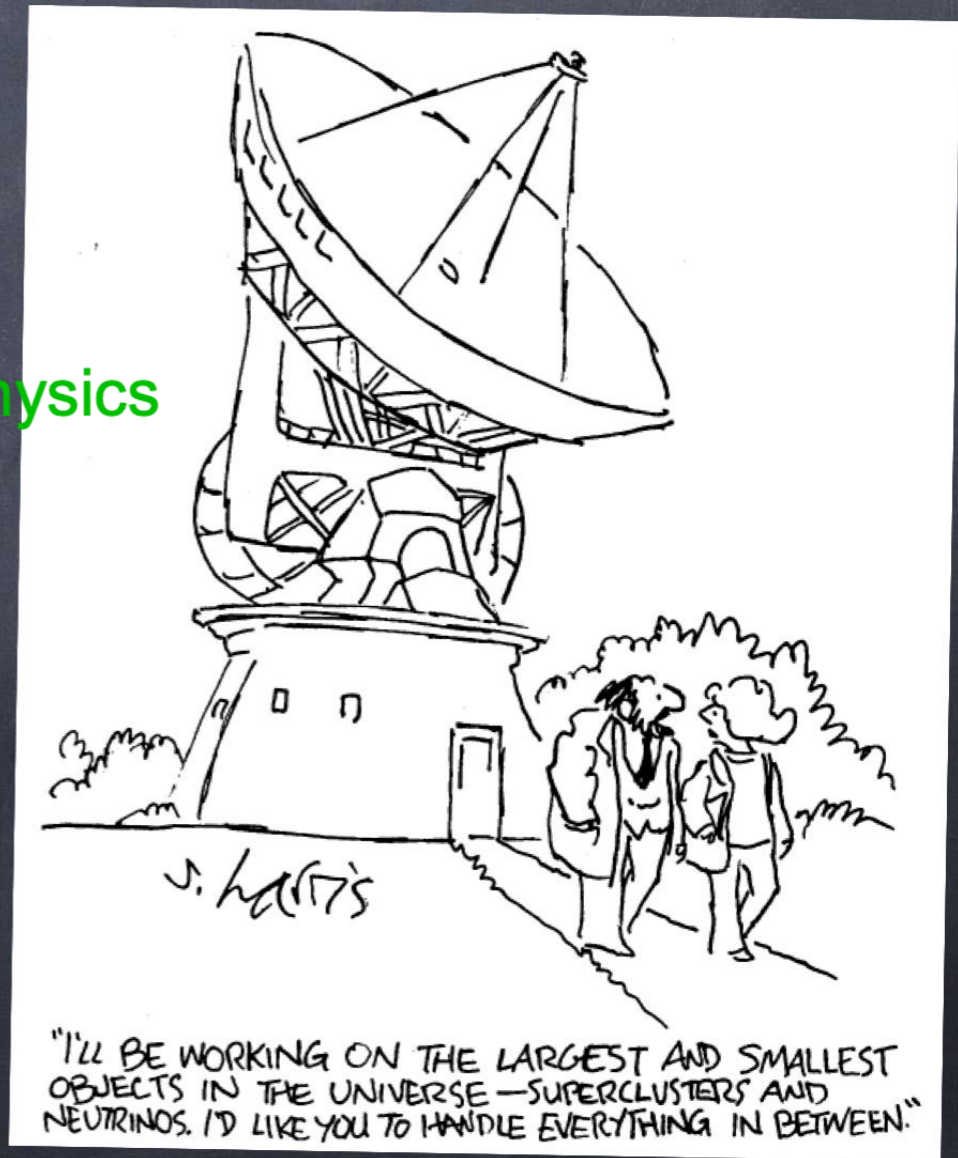
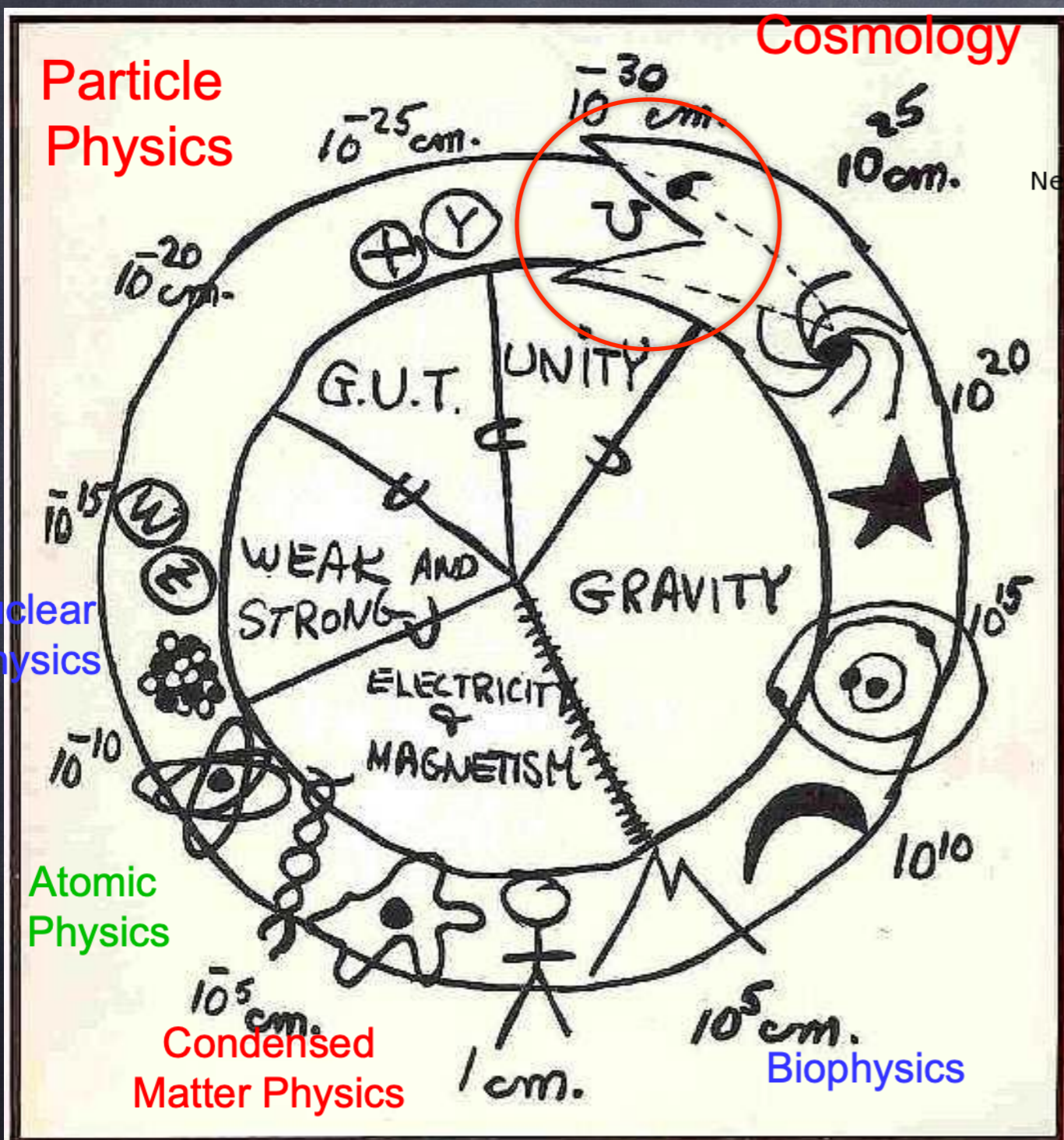
Astrophysics

Cosmology

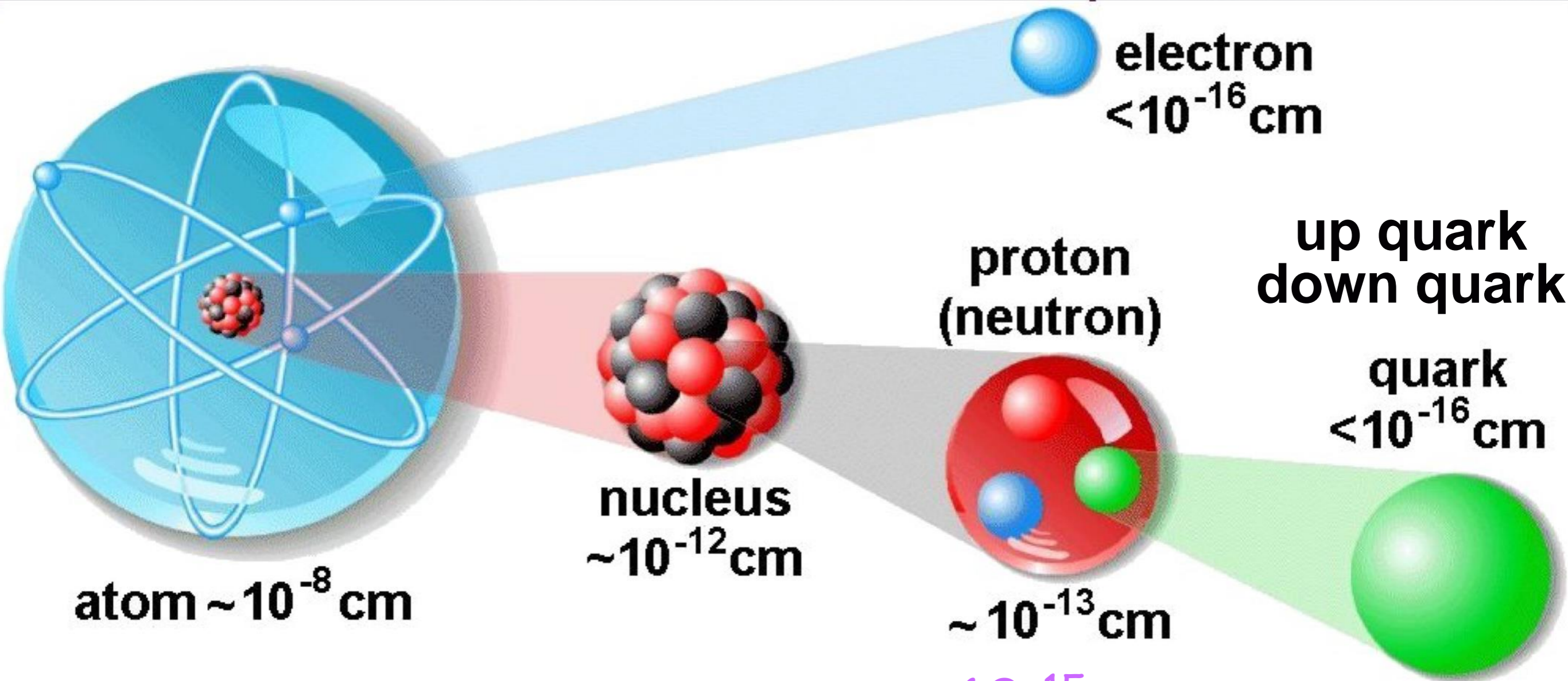
Vista Actual de La Física



Classical Mechanics	Relativistic Mechanics
Quantum Mechanics	Quantum Field Theory



INCISO: MATERIA CONOCIDA



10^{-14} mts

10^{-15} mts

$< 10^{-18}$ mts

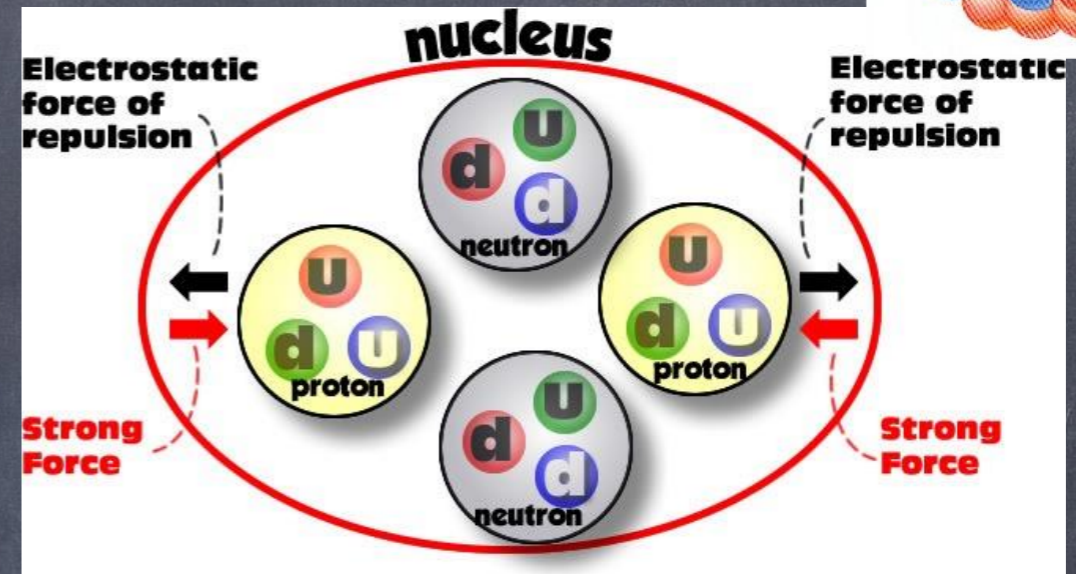
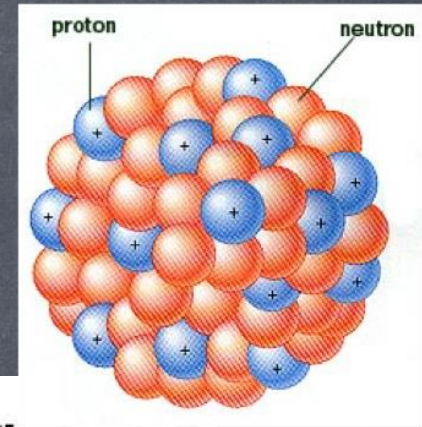
10^{-10} mts
(tamaño de un pelo
 10^{-5} mts)

Inciso Materia Ordinaria: Fuerzas De La Naturaleza

Gravedad



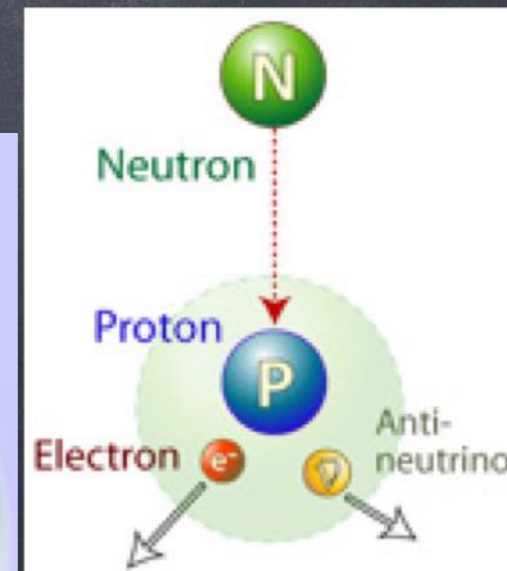
Fuerte



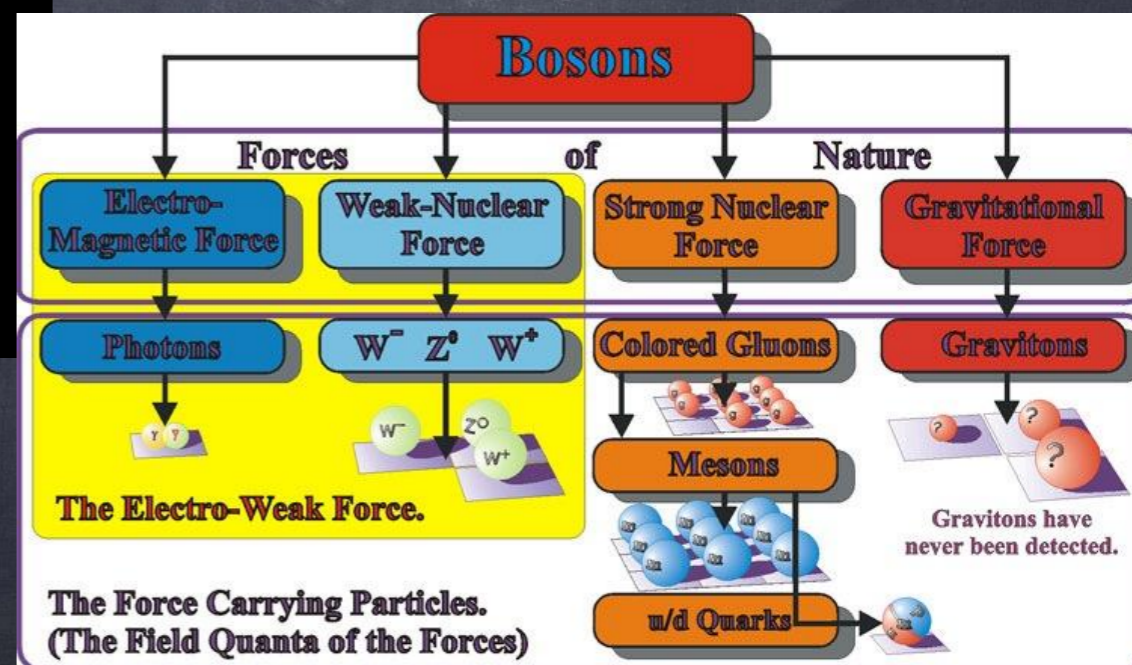
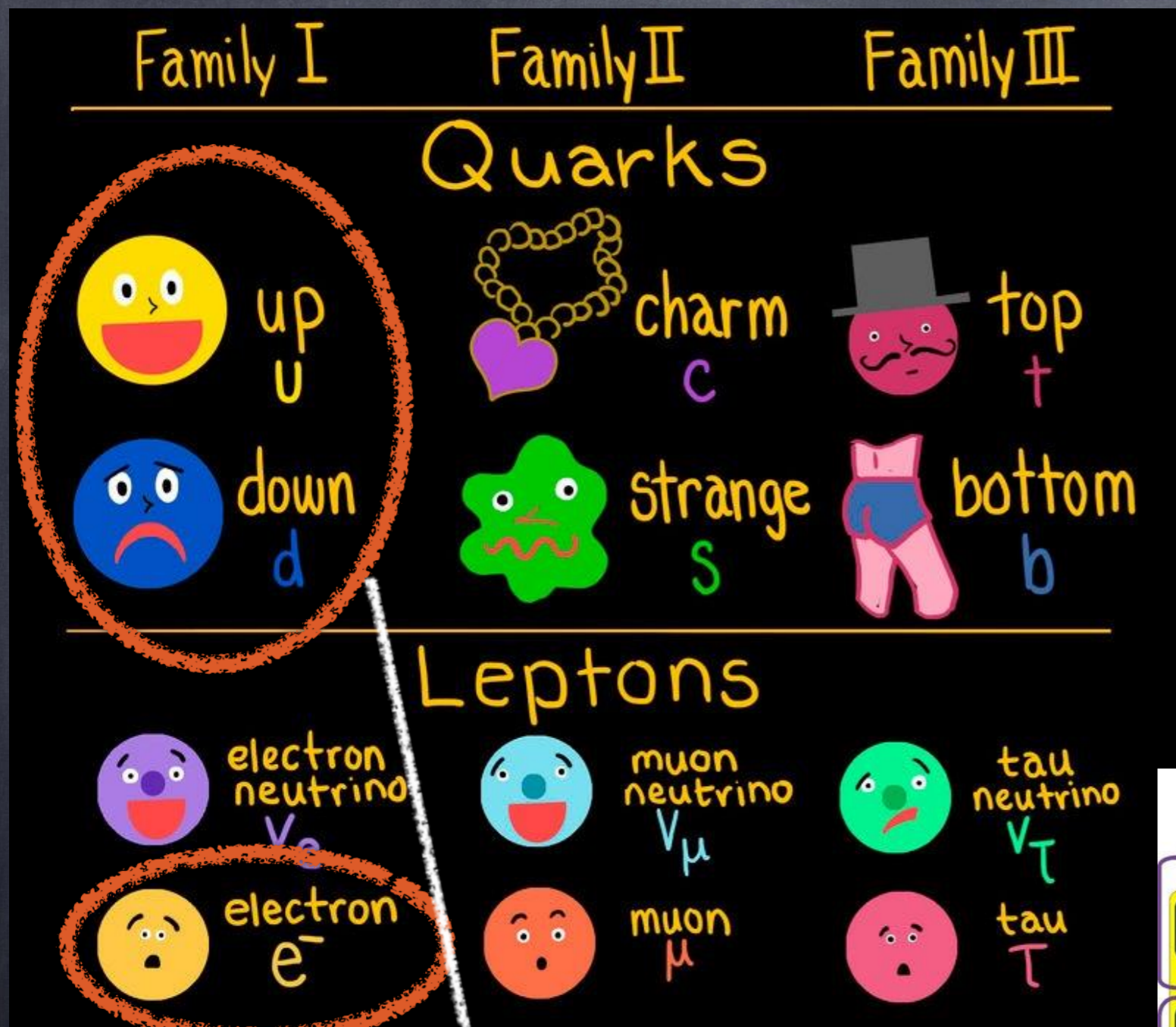
Electromagnetismo



Débil

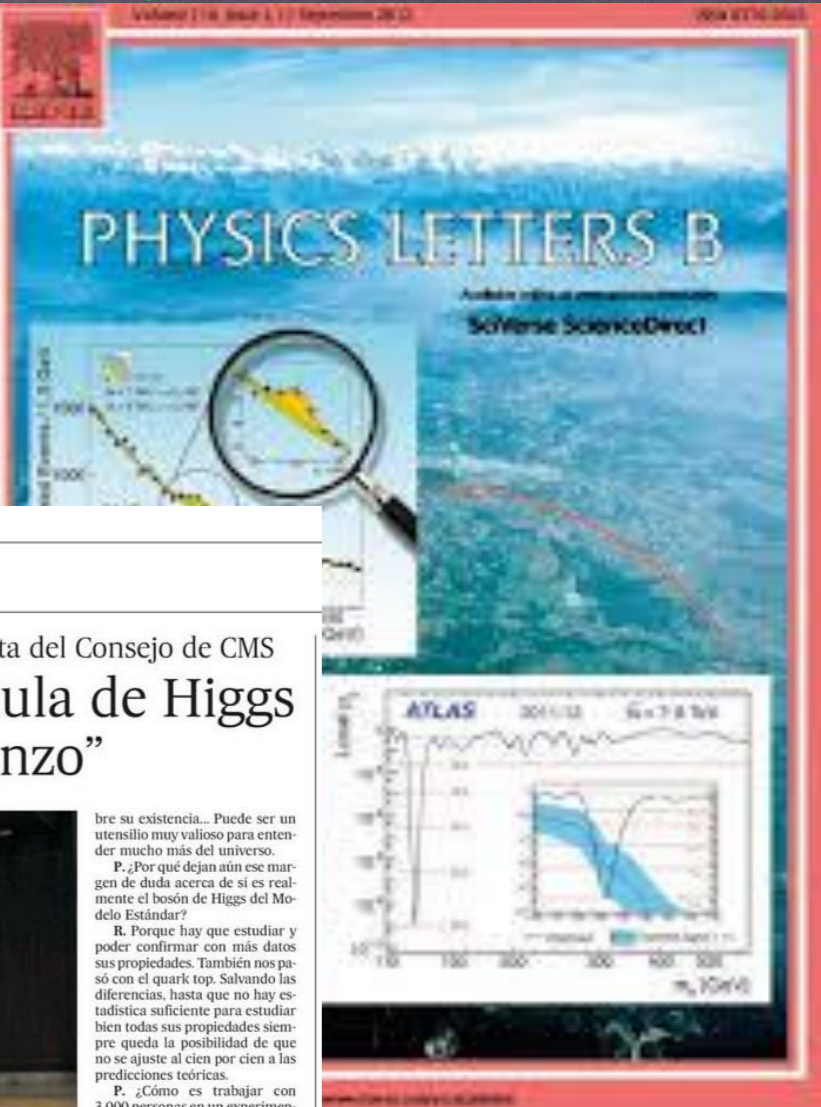


Materia Ordinaria



átomos

¿Hemos descubierto partículas?



EL PAÍS, viernes 6 de julio de 2012

TERESA RODRIGO Física del CERN, presidenta del Consejo de CMS “El hallazgo de la partícula de Higgs no es más que el comienzo”

ALICIA RIVERA Madrid

La física Teresa Rodrigo es una veterana del experimento CMS, uno de los dos que han descubierto, en el Laboratorio Europeo de Física de Partículas (CERN), un nuevo bosón que seguramente es el Higgs. Además, desempeña en esa colaboración una alta responsabilidad: preside el consejo de las instituciones científicas participantes en CMS (Comisión Solenoid), más de 193 universidades. Hace 20 años trabajó en EE UU, en Fermilab, y participó de lleno en el descubrimiento de la última partícula de las familias del Modelo Estándar, el quark top, y ahora en el Higgs. Esta investigadora de la Universidad de Cantabria, de 55 años, que trabaja en el CERN, cuenta (por correo electrónico) cómo ha sido el día después del hallazgo de la famosa partícula en el laboratorio europeo.



La científica Teresa Rodrigo. / JORDI VICENT

Pregunta. ¿Qué ambiente se respira ahora entre los científicos del CERN? ¿Cómo han sido los últimos días de análisis de datos?

Respuesta. Todo parece como un día normal, pero los rostros sonríen hoy [por ayer]. Los últimos días han sido una vorágine. Aunque ya en diciembre parecía que teníamos indicios, hasta hace un par de semanas, al menos en CMS, no teníamos la certeza de que el Higgs (o algo muy similar) estuviera ahí. Y dos semanas no son nada para asimilar un descubrimiento de esta magnitud y estar seguros de que todos en CMS entendemos bien lo que ocurre y estamos convencidos de su solidez para hacerlo público.

P. Normalmente hay una enorme competencia entre los dos grandes experimentos del LHC, el CMS y el Atlas. ¿Han trabajado en colaboración o era secreto el resultado también entre ustedes?

R. Realmente es difícil de entender que unas predicciones necesiten casi 50 años para ser confirmadas. No es como en otras ramas de la Física, nuestro campo es especialmente complicado y por ello difícil de explicar. Nuestros microscopios son muy, muy

“Es difícil entender que una predicción tarde casi 50 años en confirmarse”

potentes y complicados, y solo si tecnológicamente estamos capacitados para construirlos podemos seguir adelante con nuestro programa. De ahí que lleve tantos años y tanto talento.

P. Usted participó en el descubrimiento del quark top, en 1995, y ahora en el del Higgs. ¿Ha sido diferente?

R. El proceso es muy parecido. Es apasionante, pero la gran diferencia es la rapidez con la que todo está ocurriendo en el LHC y en CMS. El ritmo es vertiginoso.

P. ¿Qué significa para la Física, para la comprensión de la naturaleza, encontrar esta partícula de Higgs?

R. Como explican mis colegas, esta partícula es muy especial. Es el primer ejemplar que conocemos, y había mucho escepticismo so-

bre su existencia... Puede ser un utensilio muy valioso para entender mucho más del universo.

P. ¿Por qué dejan aún ese margen de duda acerca de si es realmente el bosón de Higgs del Modelo Estándar?

R. Porque hay que estudiar y poder confirmar con más datos sus propiedades. También nos pasó con el quark top. Salvando las diferencias, hasta que no hay estadística suficiente para estudiar bien todas sus propiedades siempre queda la posibilidad de que no se ajuste al cien por cien a las predicciones teóricas.

P. ¿Cómo es trabajar con 3.000 personas en un experimento? Seguro que ni se conocen unos a otros.

R. Pues la verdad es que tiene razón, quizás no nos conocemos la cara en muchos casos, ¡pero al menos nos conocemos las voces! Muchas reuniones se hacen por video o audioconferencia, pero siempre hay un momento en que coincidimos en el CERN. Esto es muy útil, porque nos permite participar en la vida del experimento desde cualquier sitio en el mundo. En fin, en CMS no se pone el sol, pero hemos encontrado un modo de trabajar juntos efectivamente.

P. Los físicos jóvenes, que participan por primera vez en un experimento tan importante, ¿influyen, o son meros aprendices de los veteranos?

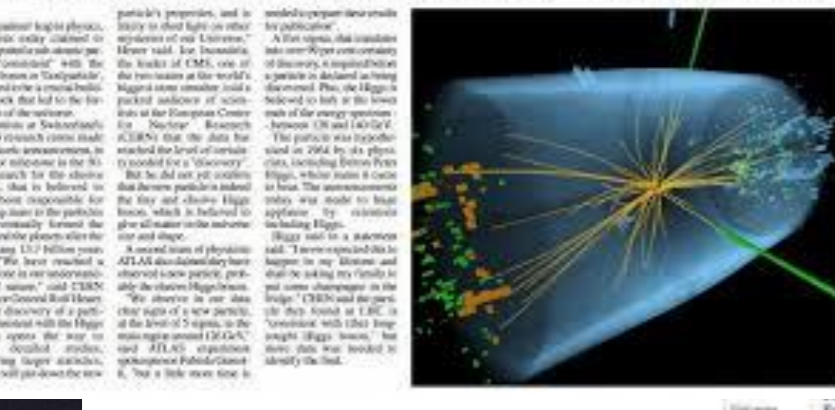
R. Son los que realmente hacen la mayor parte del trabajo y tienen toda nuestra confianza. Es una maravilla la intensidad con la que están viviendo todo. Y seguro es una lección y una experiencia que no olvidarán.

P. ¿Ahora empieza el trabajo más emocionante en busca de fenómenos nuevos? ¿Es más difícil aún?

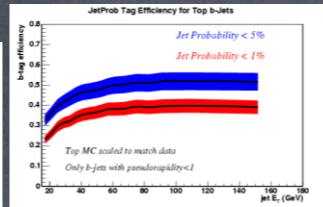
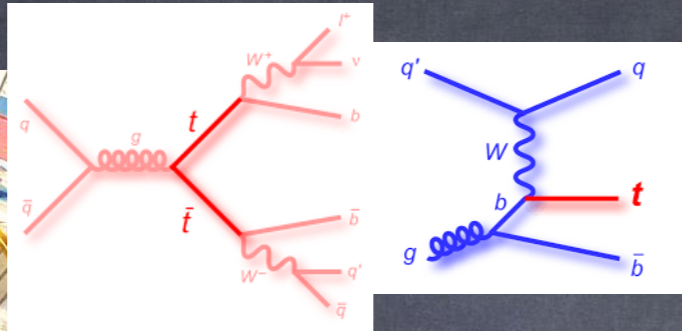
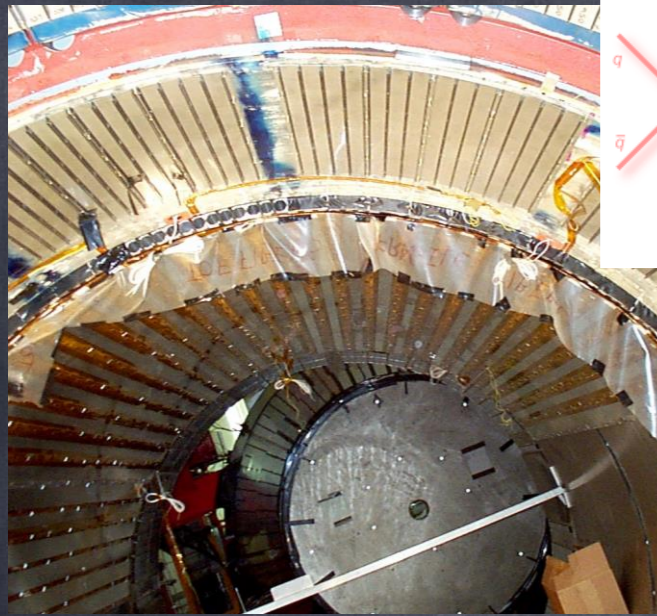
R. Si, el “más difícil todavía”. Pero esto nos ha animado mucho, y estamos seguros de que no es más que el comienzo. A ver si con los datos de este año podemos concluir una muy buena parte de los estudios de esta nueva partícula. Y luego lo importante es subir en energía el acelerador LHC y abrir nuevas puertas en la investigación.



Scientists prove existence of 'God particle'

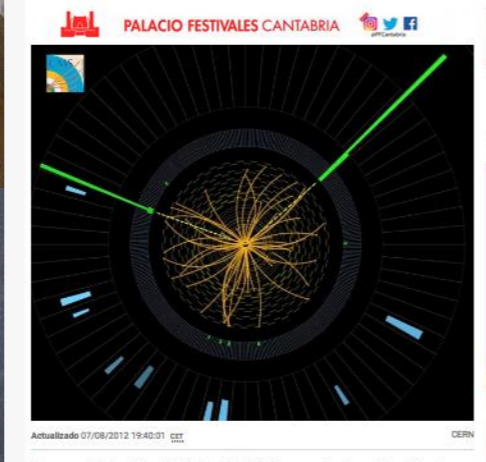


¿Hemos descubierto partículas?

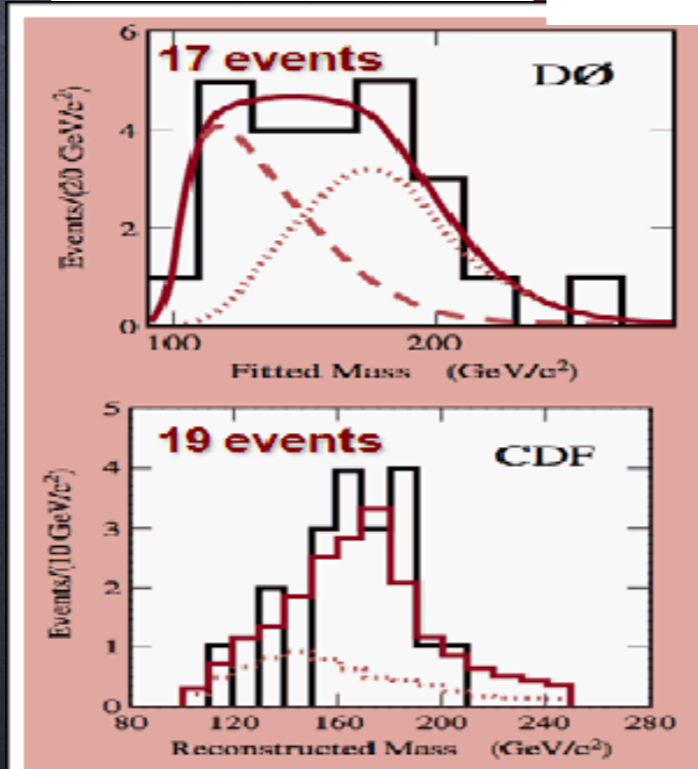
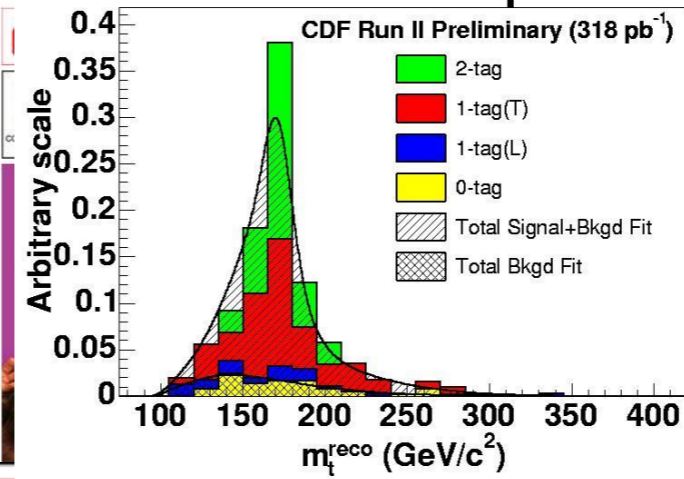


El descubrimiento del quark top en 1995 y la medida detallada de sus propiedades, Premio de Física de Altas Energías y Partículas del año 2019

europapress / cantabria
Científicos del IFCA participan en los experimentos realizados en el Tevatron de Chicago con unos sofisticados análisis



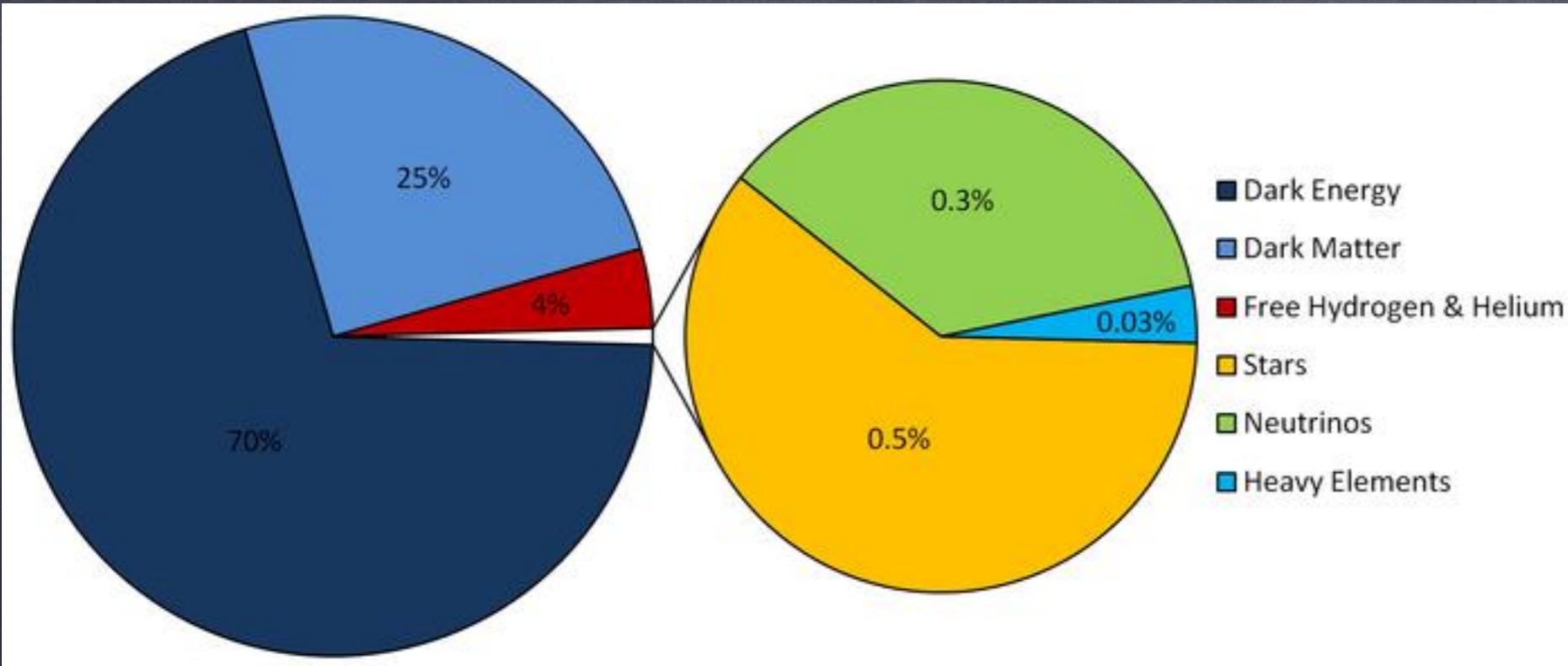
Reconstructed Top Mass



1995, CDF and DØ experiments, Fermilab



¿Cuanto es la materia conocida?



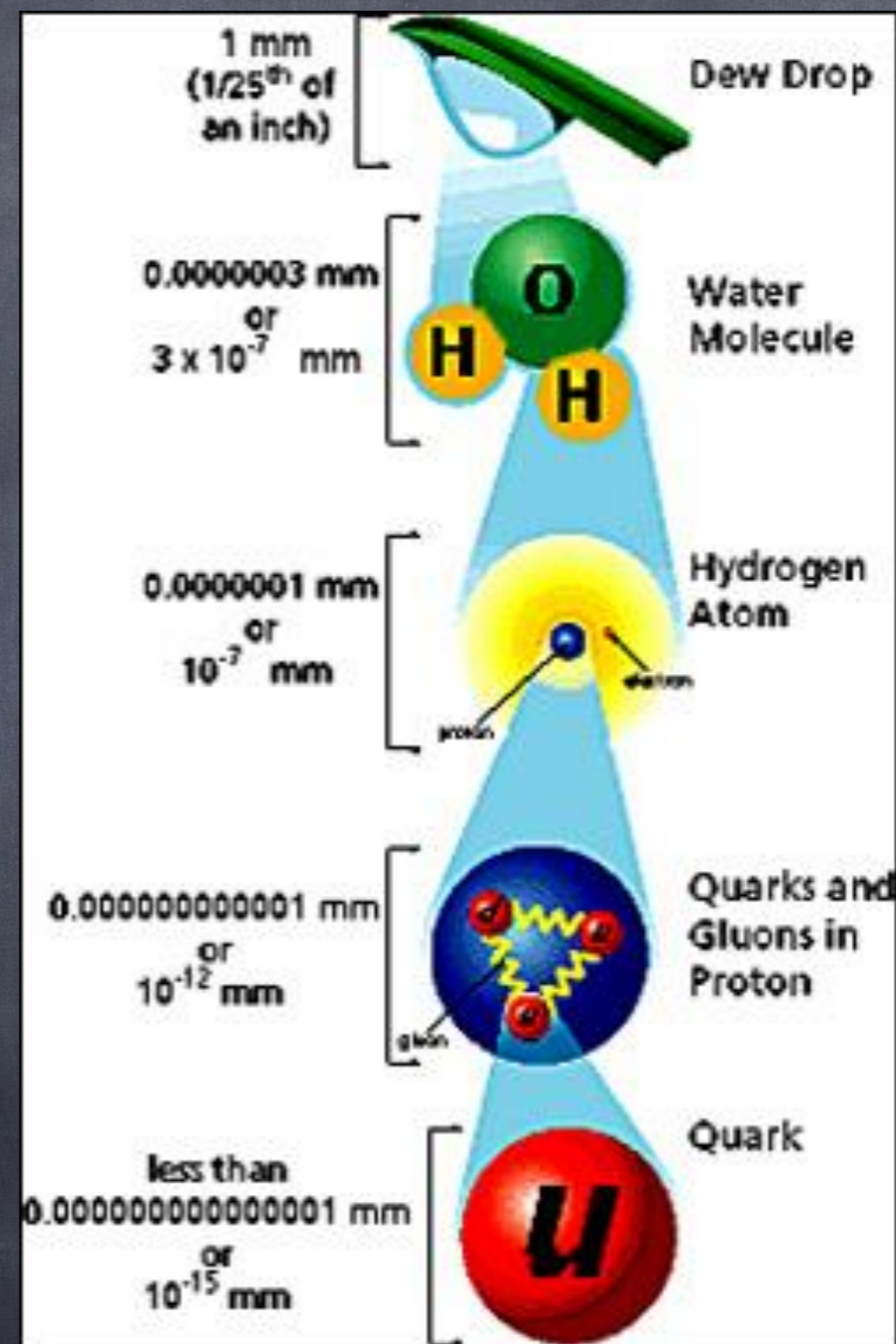
Materia Oscura: ~ 27%
Energía Oscura: ~ 68%
Materia Ordinaria: ~5%
0,03% elementos pesados
0.3% neutrinos
0.5% estrellas
resto hidrógeno y helio



¿Qué es la materia oscura?

¿Qué es la materia ordinaria?

Materia de la que está hecho todo lo que vemos: estrellas, planetas, gente, elementos químicos, moléculas, átomos, protones, neutrones, etc..

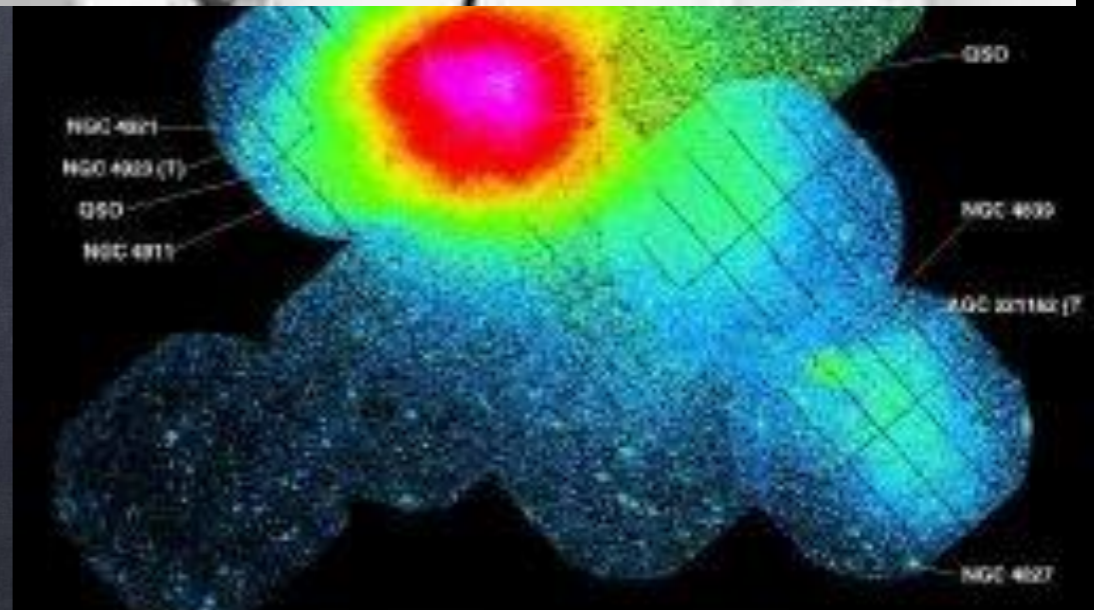
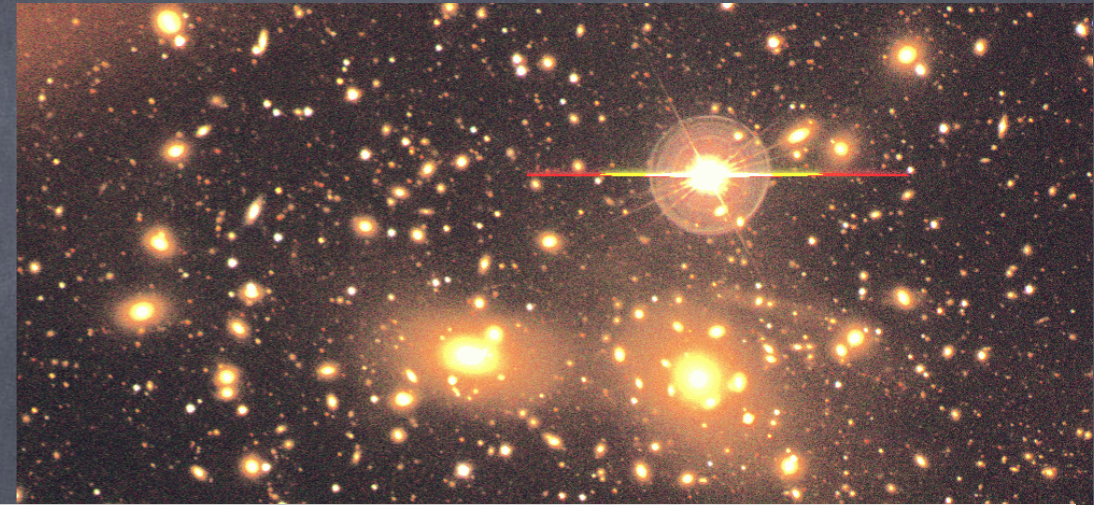


¿qué es la materia oscura?

- Es la materia que no se puede observar con métodos tradicionales: **NO EMITE O REFLEJA LUZ** **NO SE PUEDE VER**
- Es difusa: forma halos quasi-esféricos que "alojan" a las galaxias
- **I**nteracciona muy débilmente, como los neutrinos
- Es "fría", no relativista: se mueve despacio
 - No sabemos de qué está hecha: **MACHOs**, **WIMPS**, **axions**, agujeros negros primordiales, neutrinos estériles, hidden sector, etc..
- **¿Cómo sabemos que existe?**
 - Podemos medir sus efectos gravitatorios

Estudios de clusters

- un cluster está formado de cientos de galaxias
- Zwicky (1930) estudió la rotación de las galaxias dentro del COMA cluster.
- Encontró que la masa que se necesitaba para este movimiento tenía que ser 400 veces mayor que la medida



rotación de las estrellas en las galaxias

- Las galaxias tienen colecciones de millones de estrellas
- La mayoría de la luz de una galaxia viene del centro de la misma



la mayoría de la masa está en el centro

- Las galaxias rotan entorno al centro como se predijo



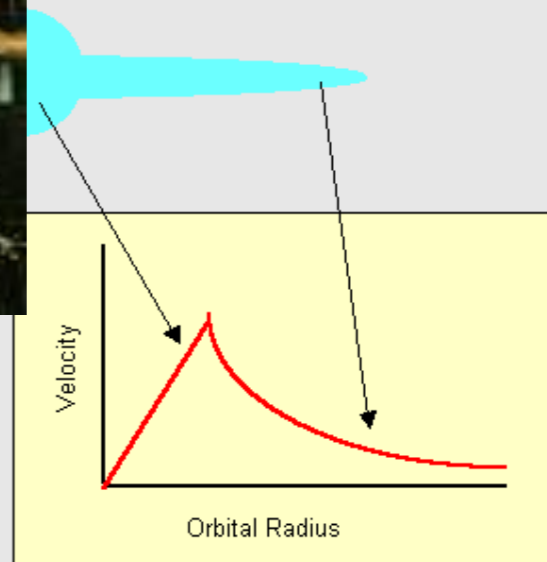
PERO.....

Velocidad de las estrellas en galaxias

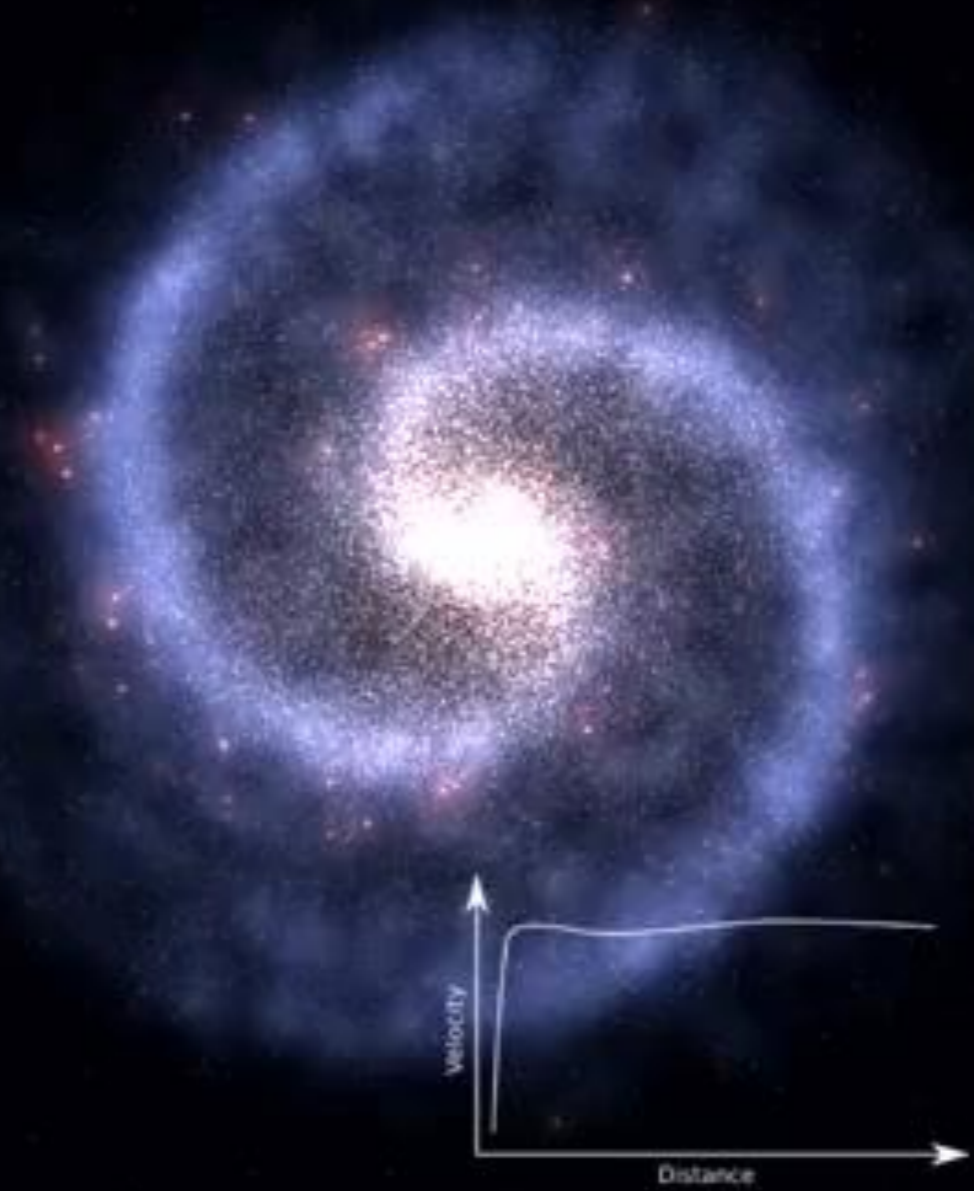
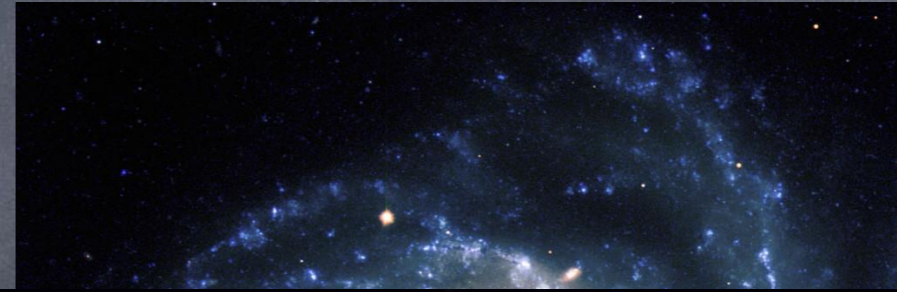
- Vera Rubin descubrió la velocidad de las estrellas dentro de las galaxias.



"Expected" Galactic Rotation Speeds

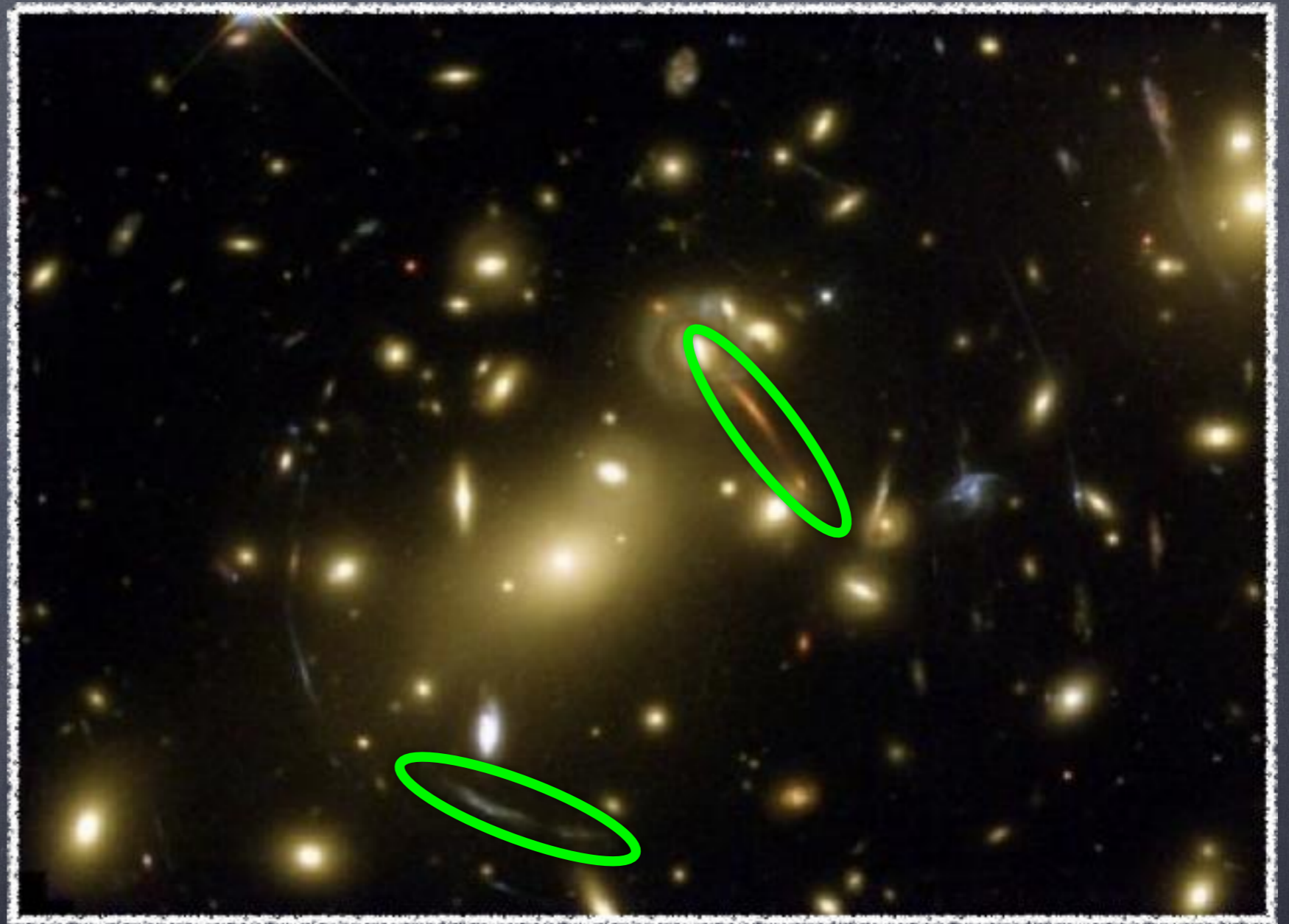


Velocidad Ve Las Estrellas En Galaxias



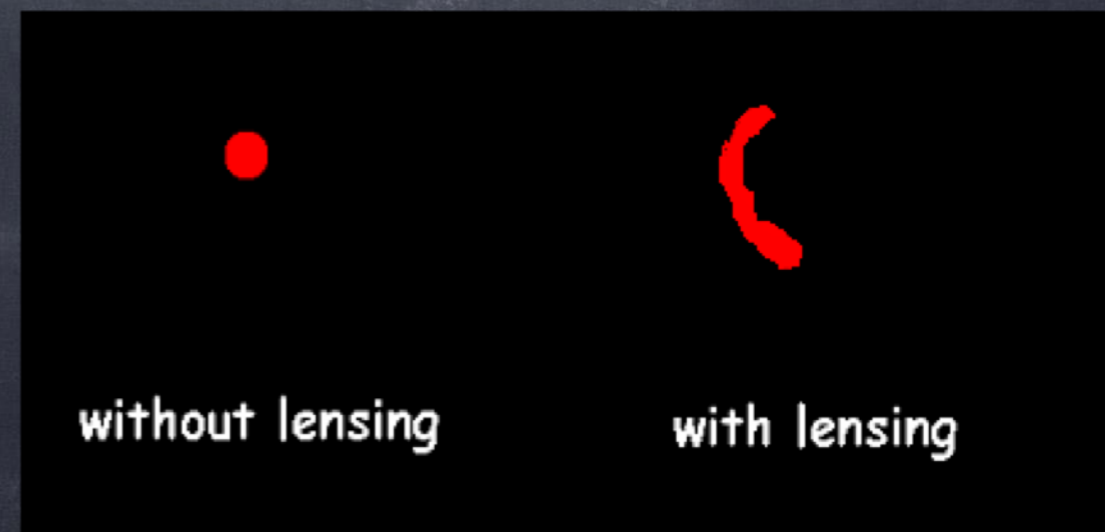
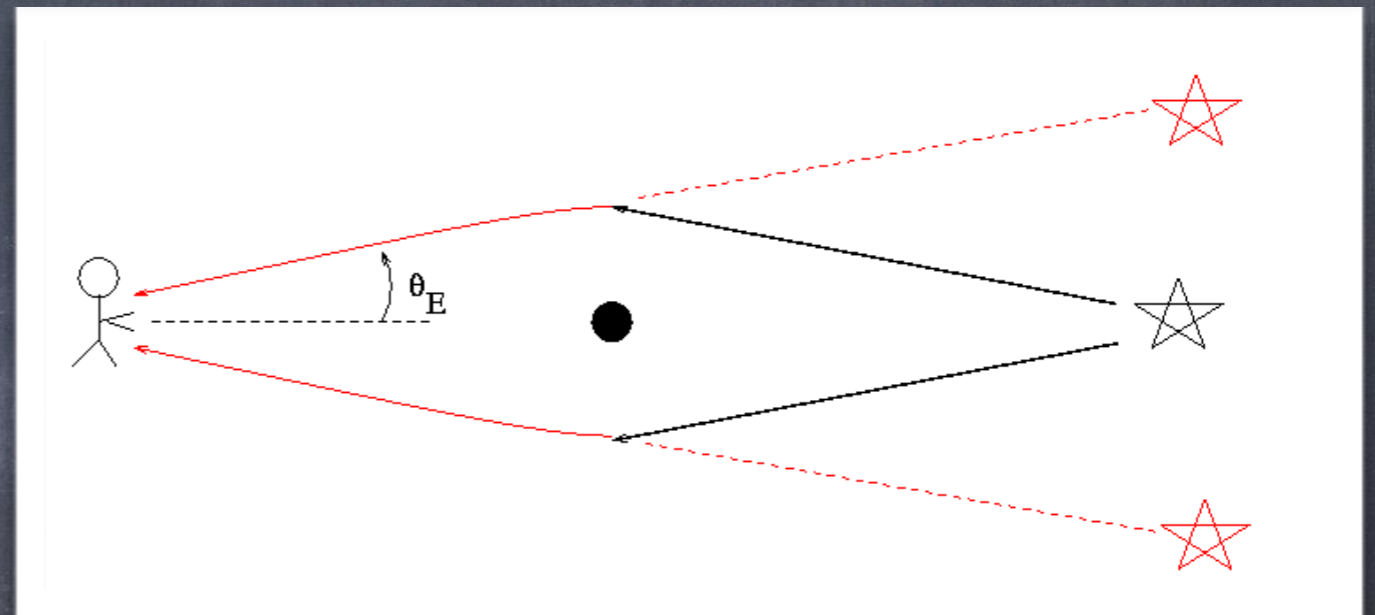
Lentes Gravitatorias

1995 el telescopio orbital Hubble (HST) detectó galaxias con apariencia alargada o estirada

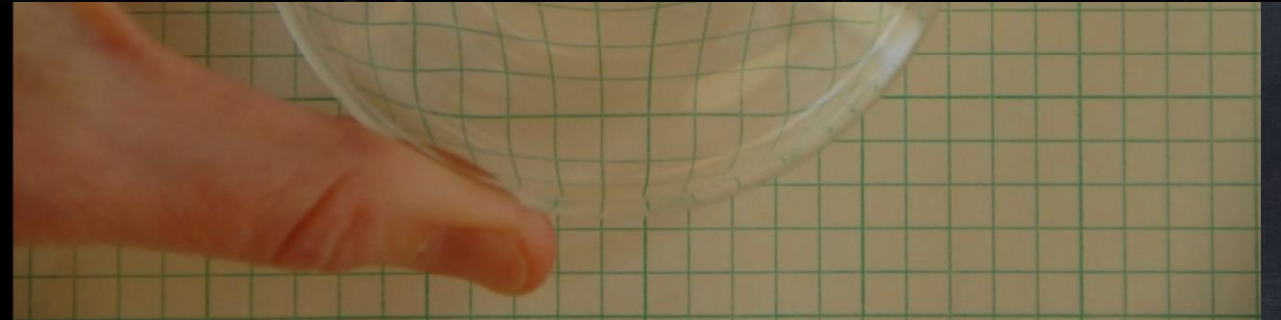


Lentes Gravitatorias

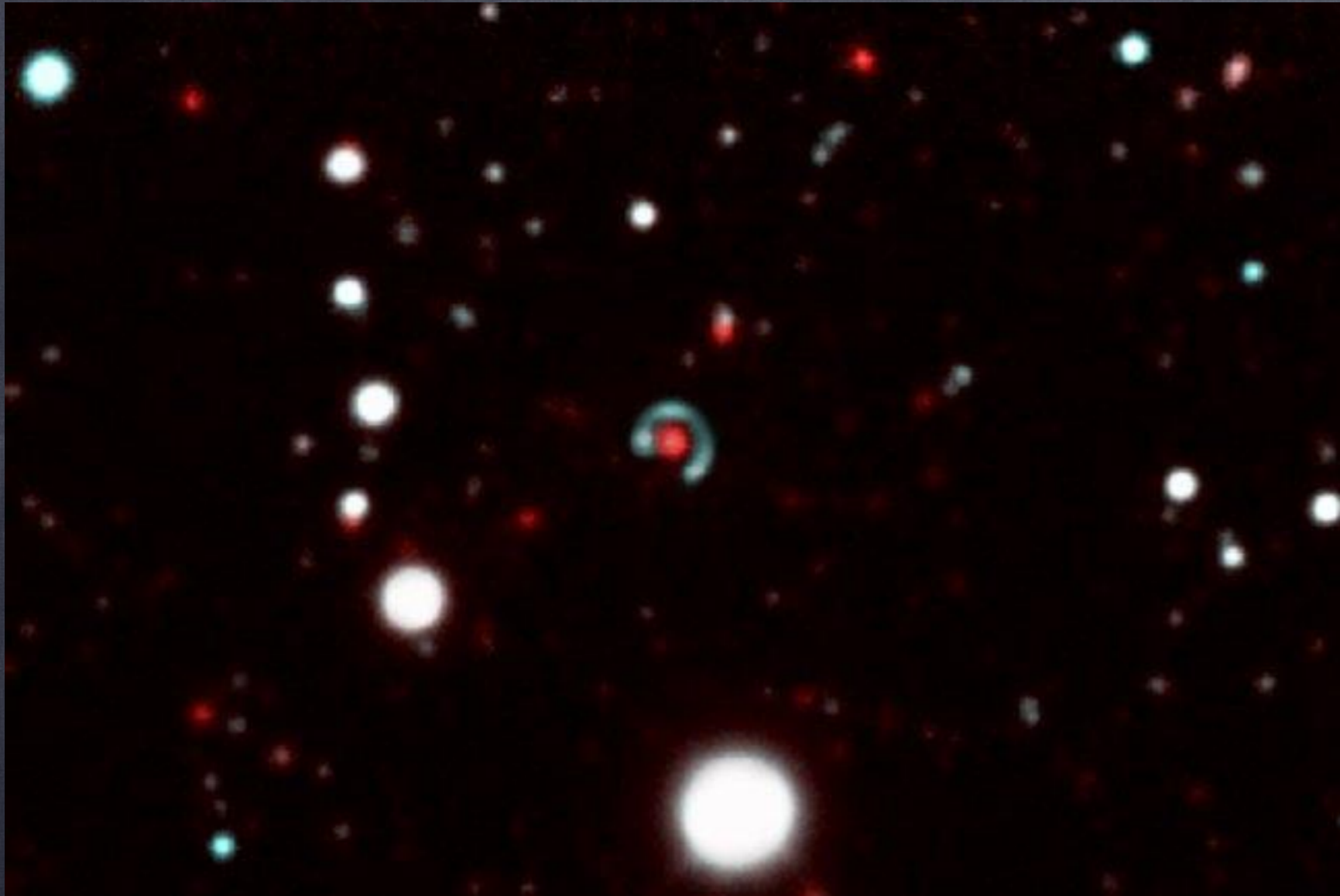
- 1995 el telescopio Hubble detectó galaxias con apariencia alargada o estirada
- Se descubrió que solo las imágenes están así.
- la luz interactúa con alguna masa entre la tierra y la galaxia



Lentes Gravitatorias



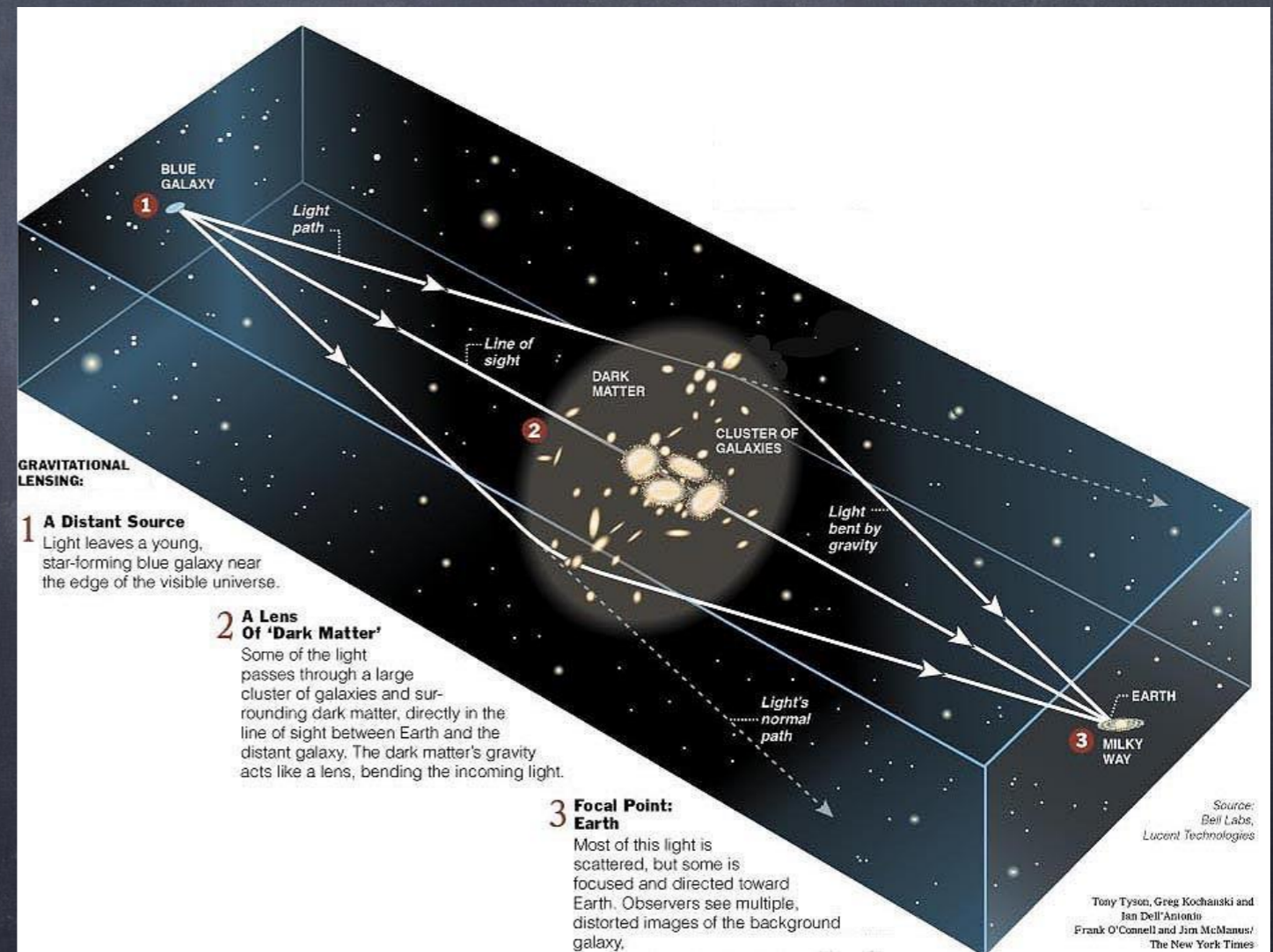
Anillo de Einstein



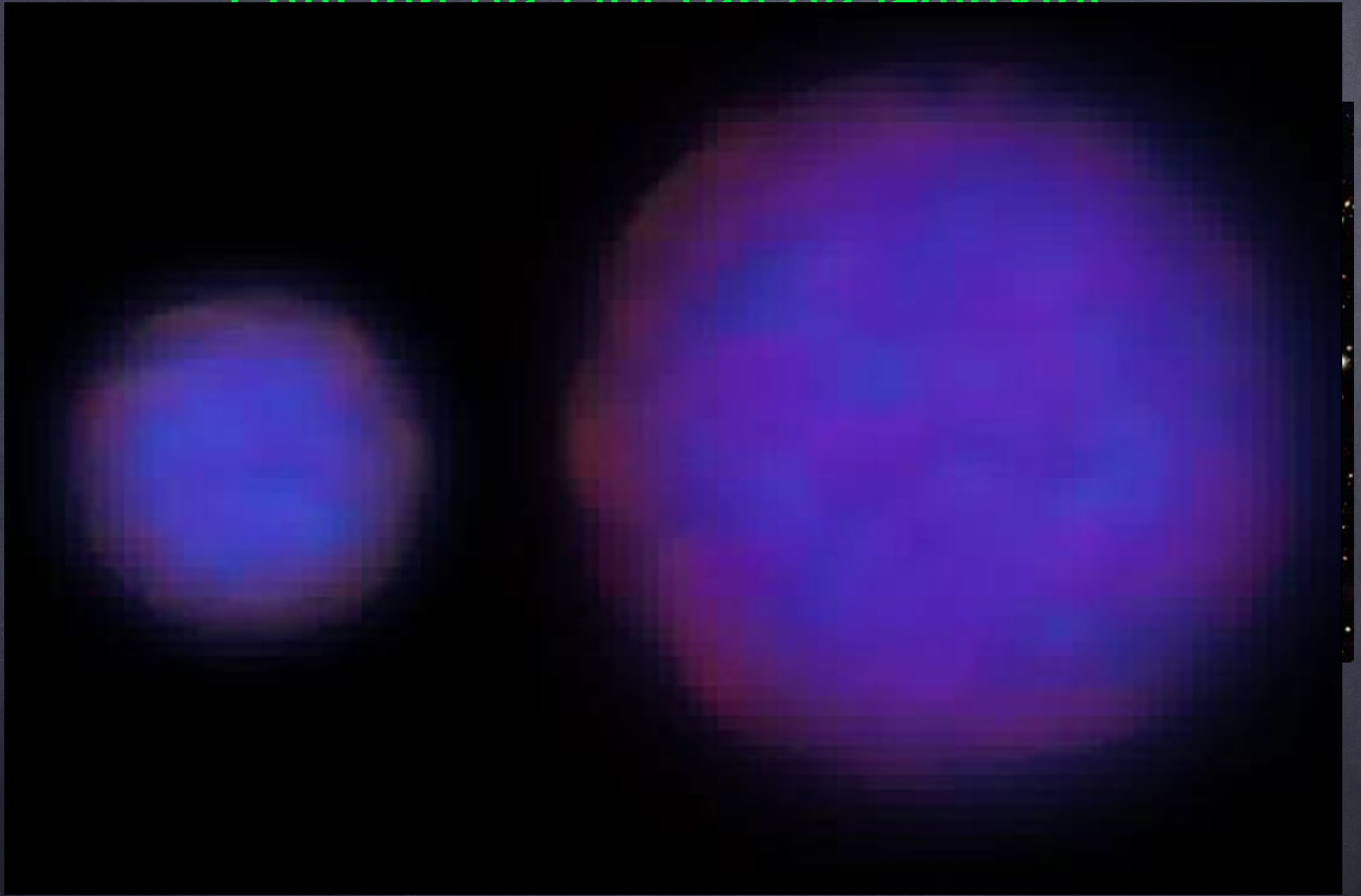
2016. Este tipo de anillos dan información especialmente relevante sobre la composición de la galaxia

Lentes Gravitacionales

Midiendo la distorsión de las galaxias podemos inferir la masa del objeto que los distorsiona

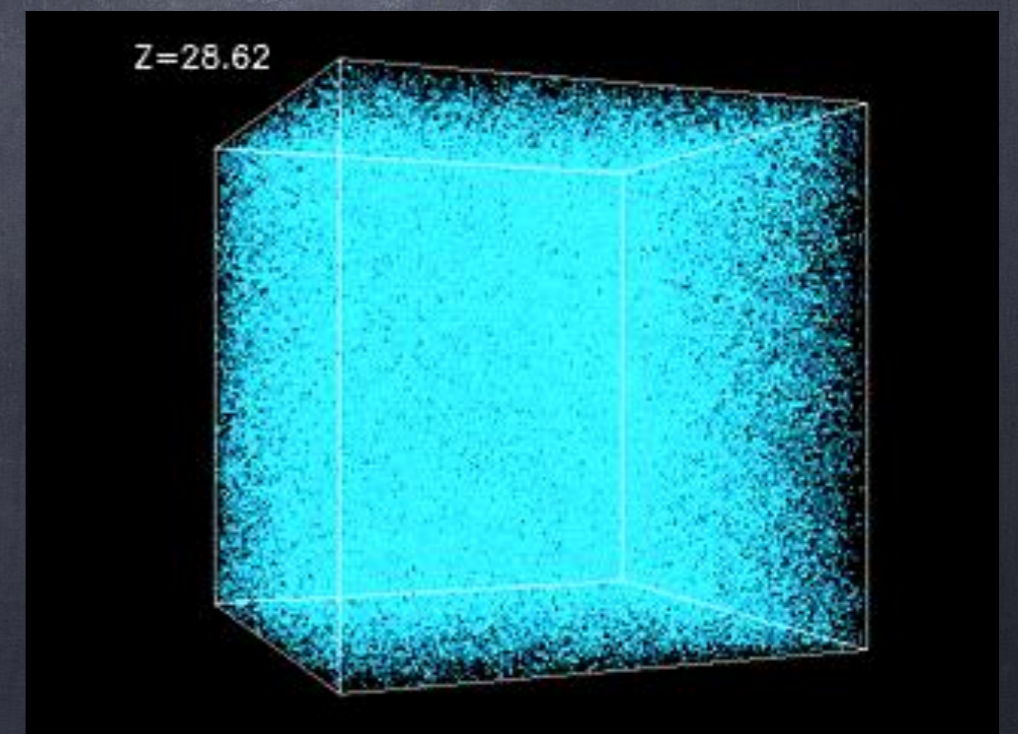
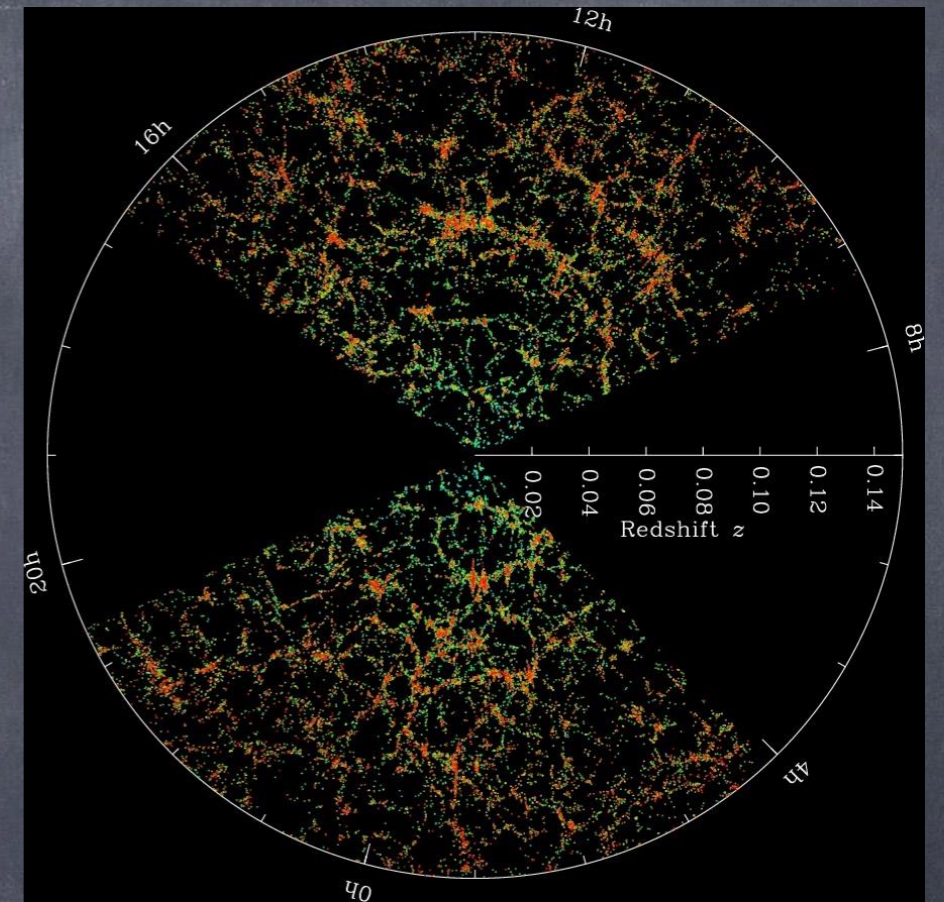


Colisión de clúster de Galaxias



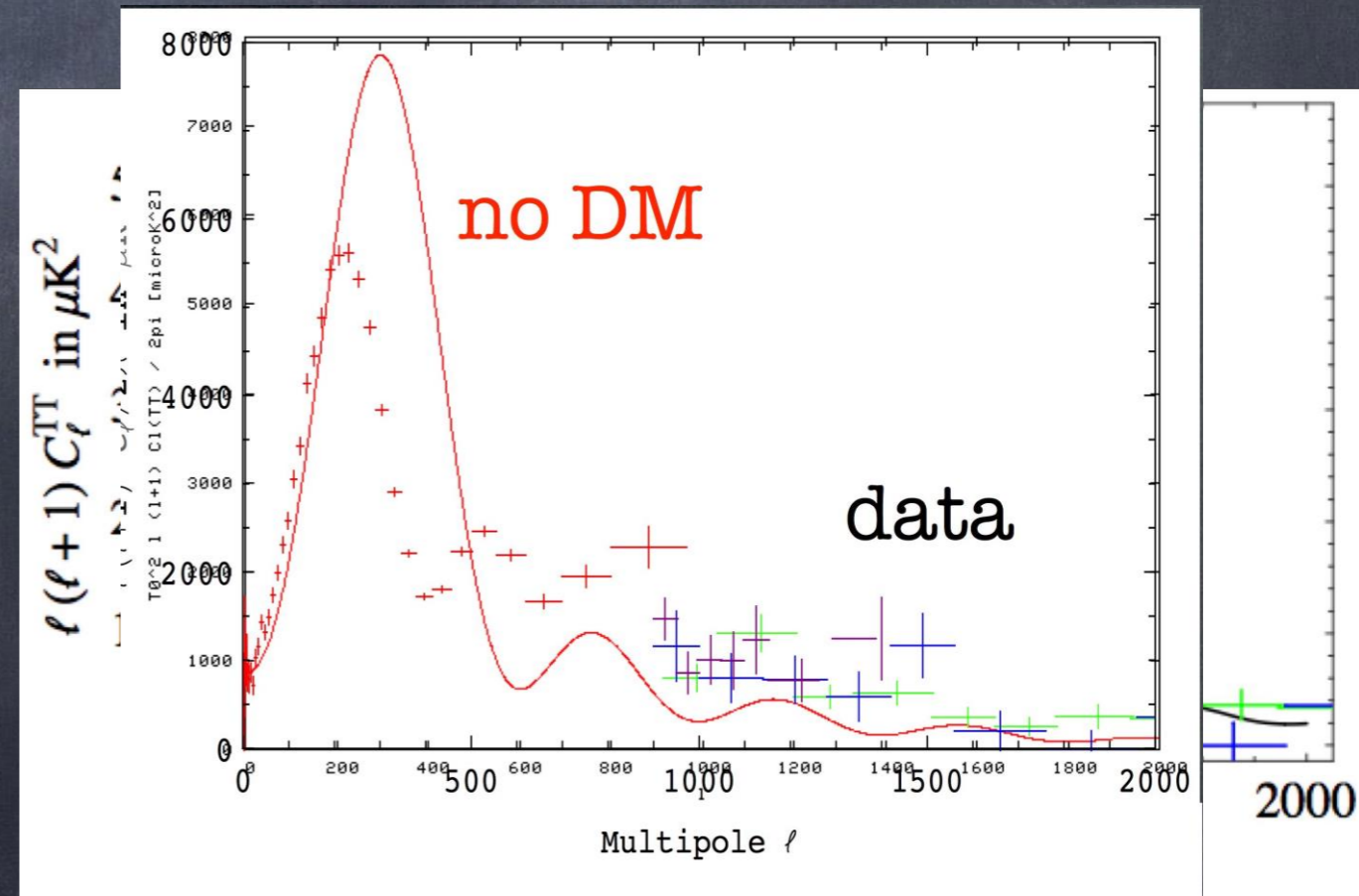
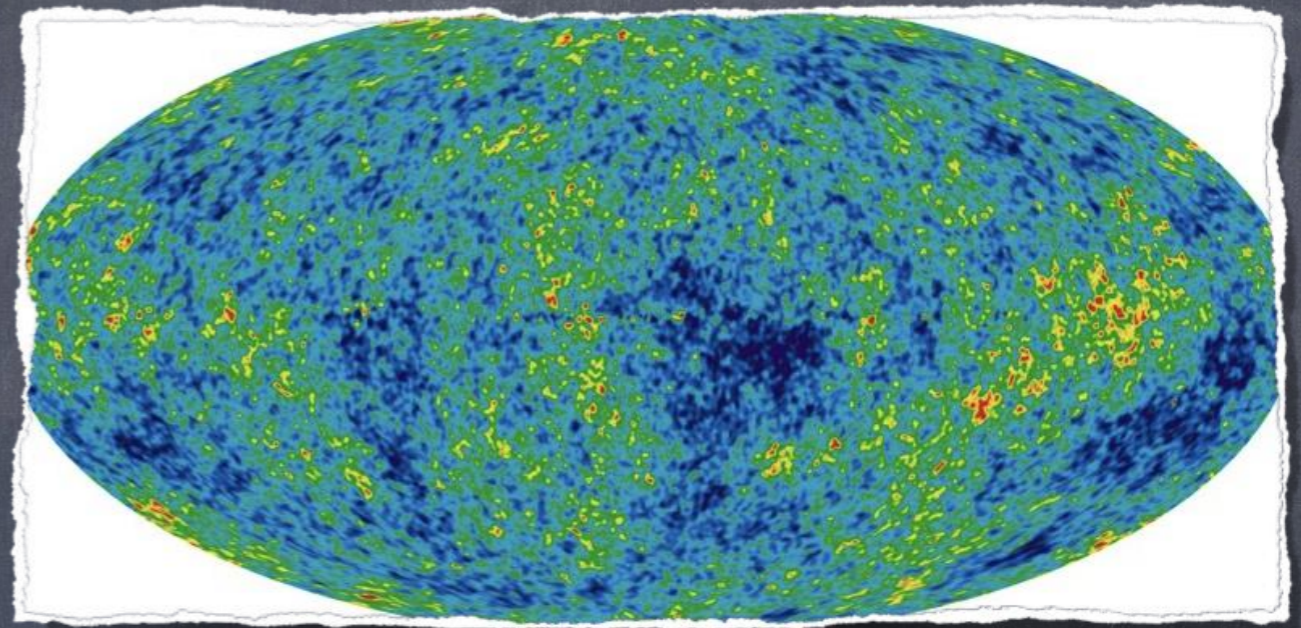
el fondo Cósmico de Microondas y estructuras a grandes escalas

- la localización de las galaxias en el universo y estudio de los grandes rasgos
- El patrón solo se puede explicar con algo mas que materia bariónica
- Formación muy temprana de estas estructuras



el fondo Cósmico de Microondas y formación de grandes estructuras

- Fondo Cósmico de Microondas (CMB)
 - una radiación que proviene de cuando el universo tenía 380.000 años, sin dirección particular.
 - los patrones que se ven en el CMB provienen de dos fuerzas actuando en la materia: gravedad e interacción entre fotones
 - la existencia de materia oscura deja características en el CMB. las observación del CMB se puede predecir con y sin MO.
 - *Materia oscura es favorecida*



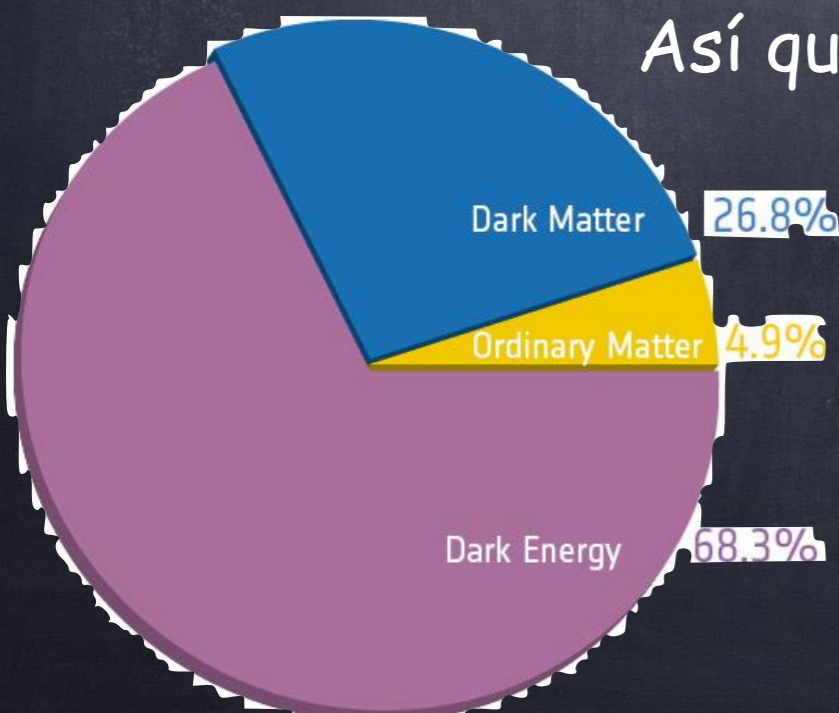
evidencia de MAteria Oscura

- Cluster de galaxias
- Rotación de las estrellas dentro de las galaxias
- Colisión de galaxias
- gravitational lensing
- Fondo cósmico de microondas
- Formación de estructuras a grandes escalas
-
- Pero aun así hay teorías, MOND (MOdified Newtonian Dynamics), que tratan de explicar las observaciones sin materia oscura
 - Tienen éxito en describir algunas peculiaridades, pero no todos los efectos que se pueden explicar incluyendo Materia Oscura

materia oscura

los candidatos categorizados :

- materia bariónica: compuestos de protones, neutrones, etc.
- no bariónica: compuestos de materia desconocida
 - Caliente: Partículas con masa cero o muy pequeña que se mueven a la velocidad de la luz
 - fría: Partículas lo suficientemente masivas que se mueven muy por debajo de la velocidad de la luz
 - templada: está en medio de las dos



Así que la materia oscura podría estar formada:

Agujeros negros primordiales

WIMPS

NEUTRINOS ESTERILES

AXIONS

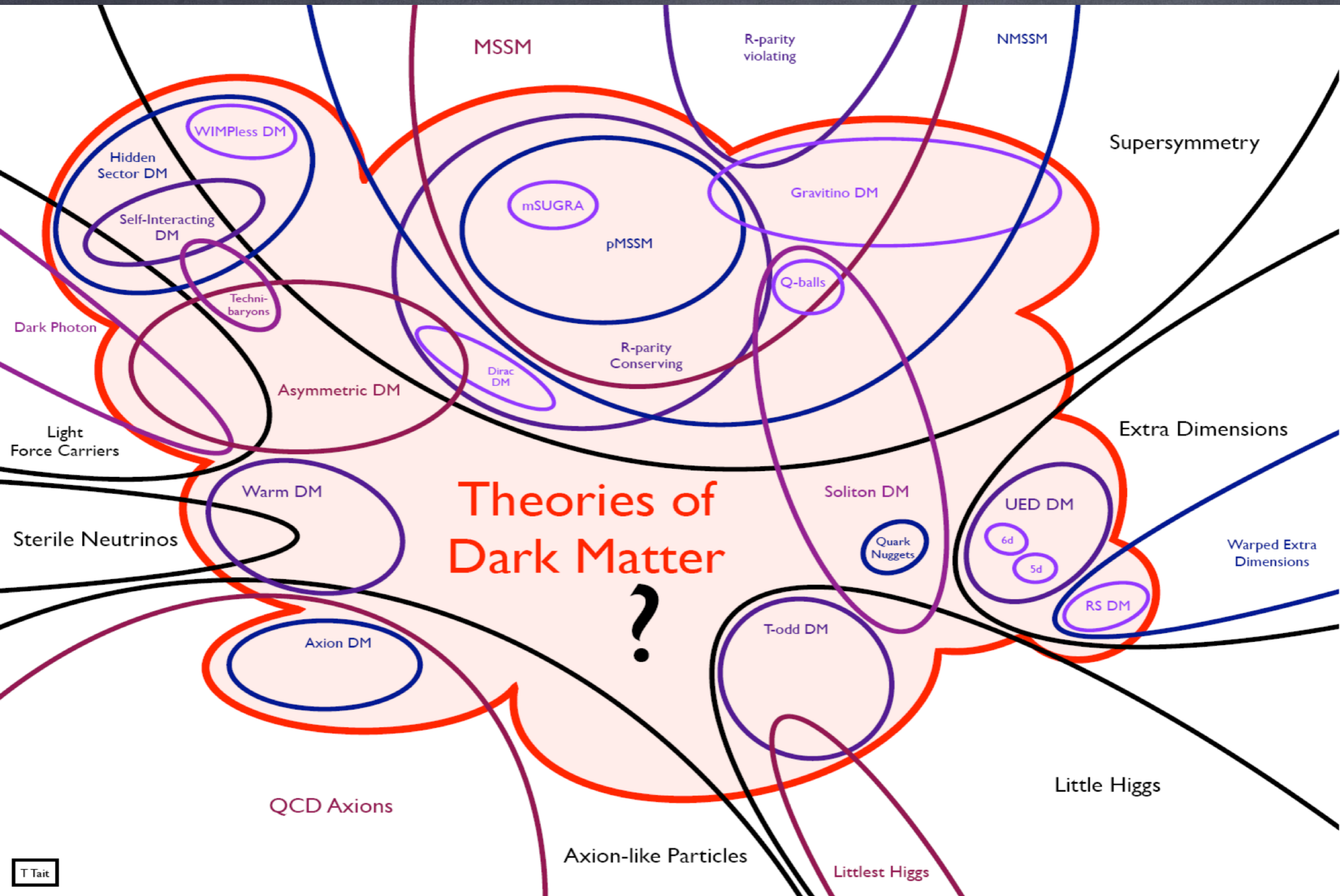
Hidden sectors

.....

Candidatos

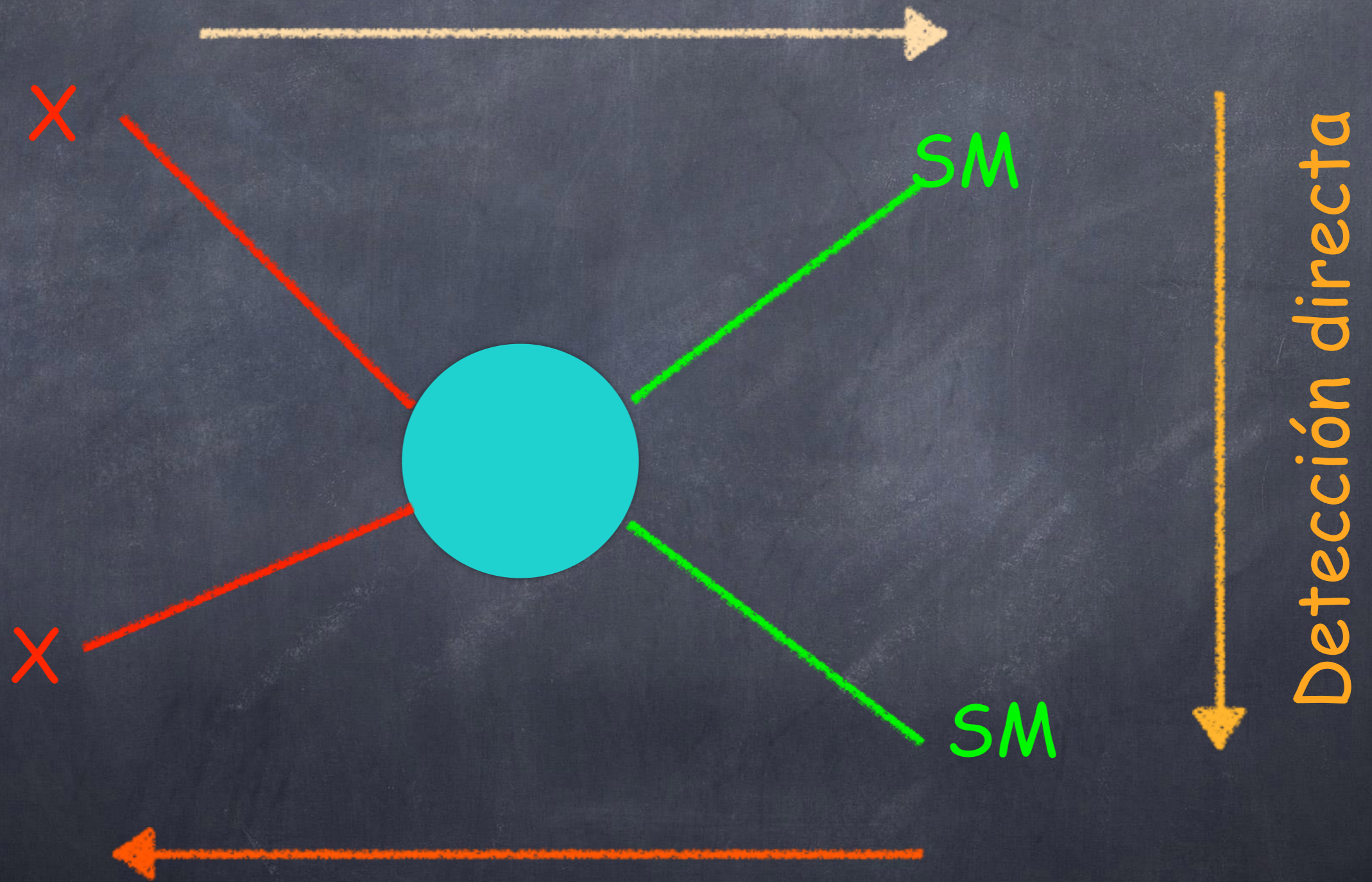


Teorías de Materia Oscura



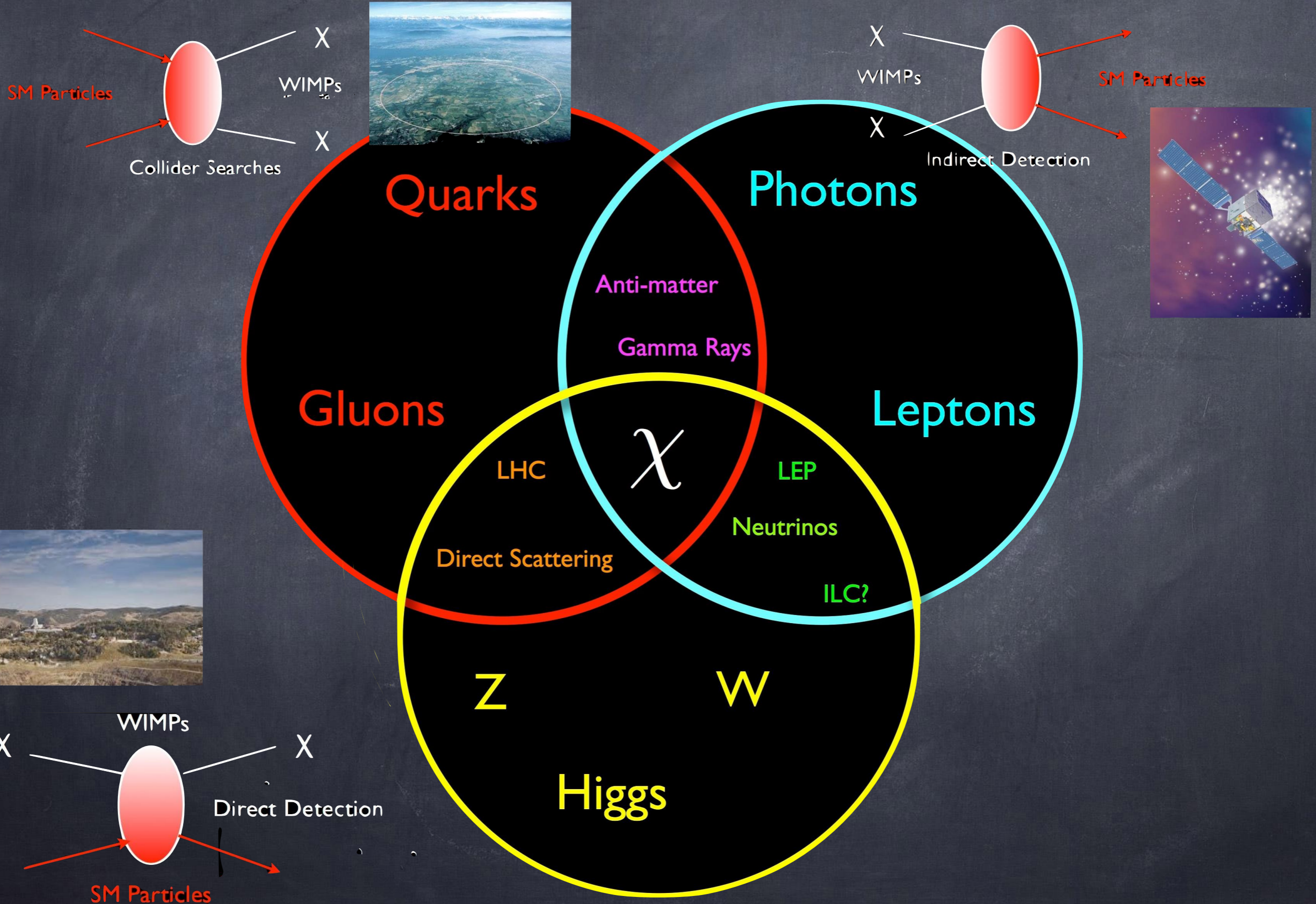
¿Cómo lo buscamos?

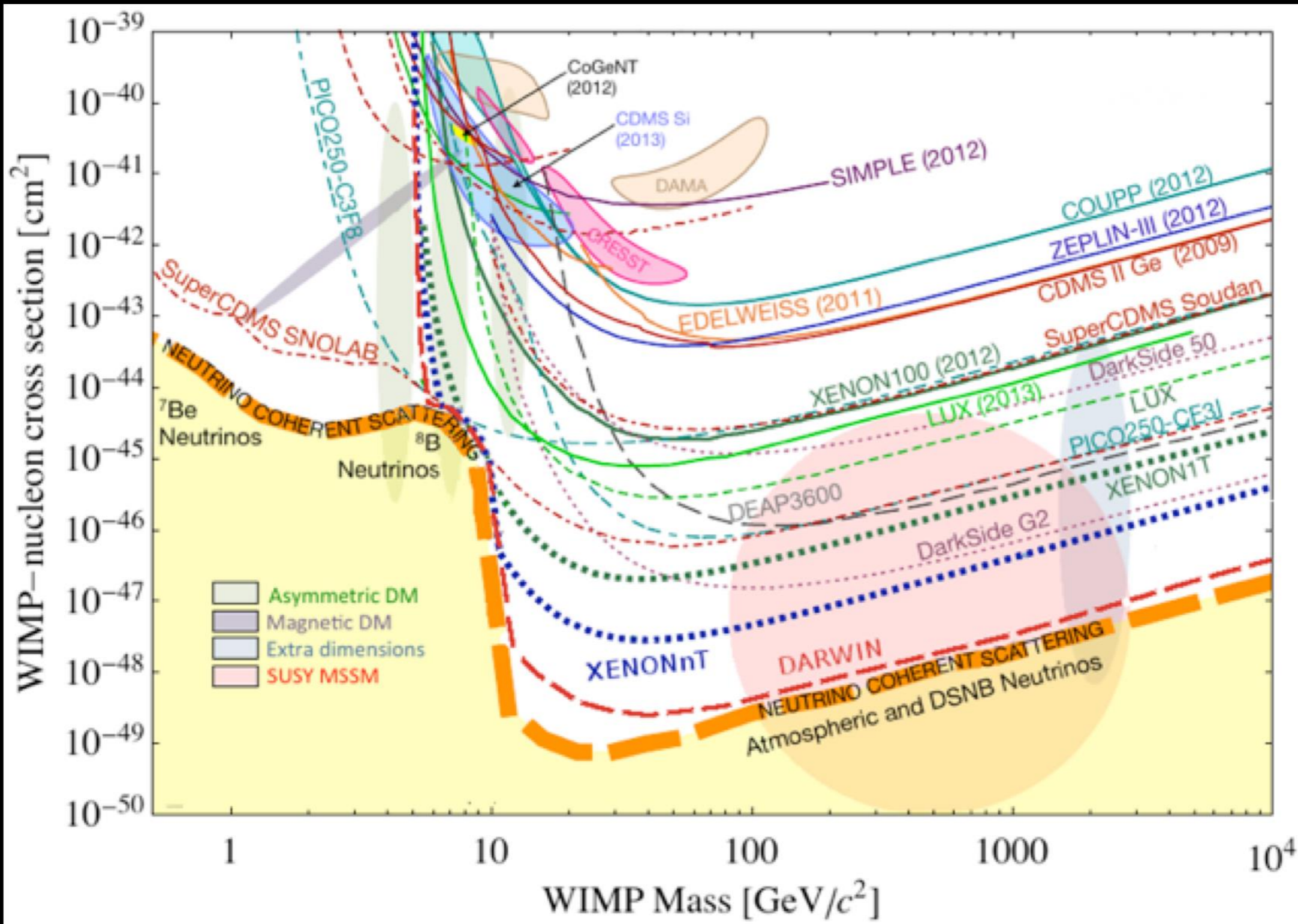
Detección indirecta



Producción en colisionadores

Dark Matter



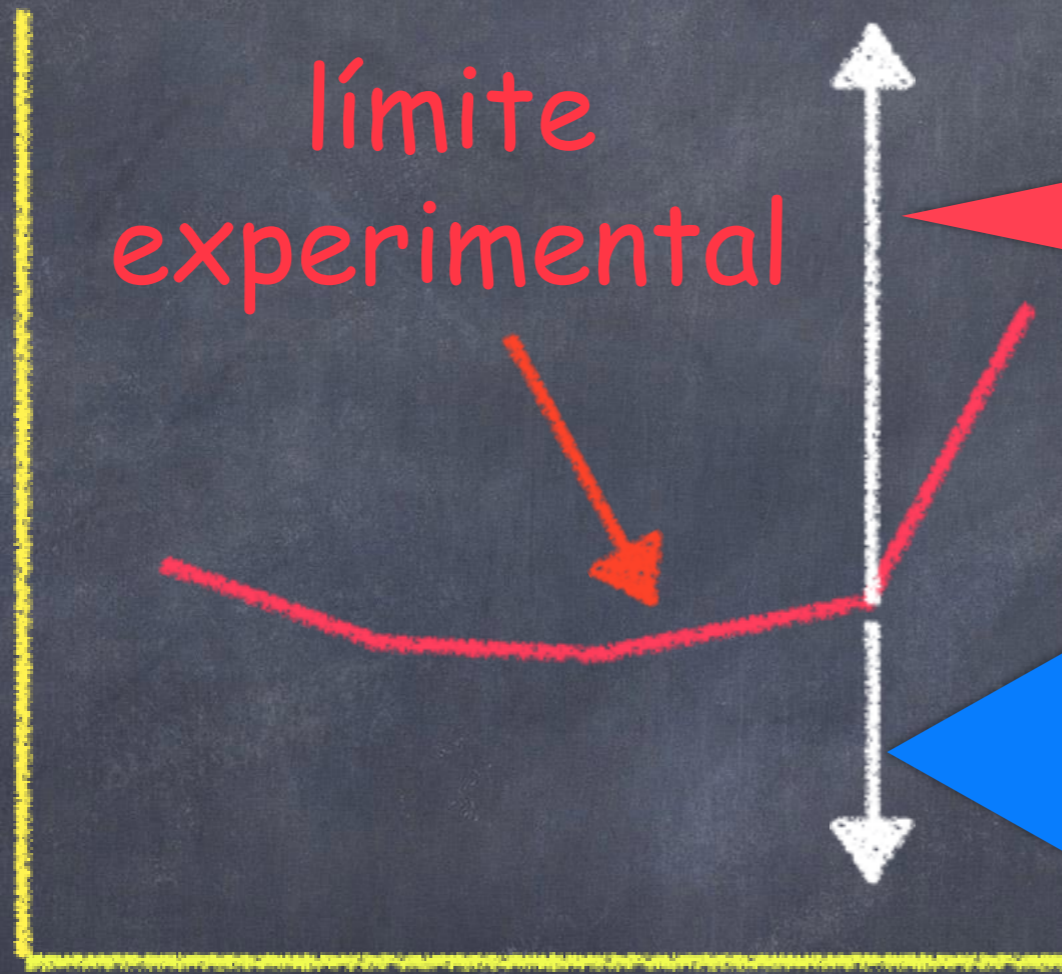


▲ 1 event/
kg/day
 ▲ 1 event/
100kg/day
 ▲ 1 event/
100 kg/
100 days

so far: ~3 years / order of magnitude

¿Qué obtenemos al no ver nada?

probabilidad de colisión
entre X-núcleo

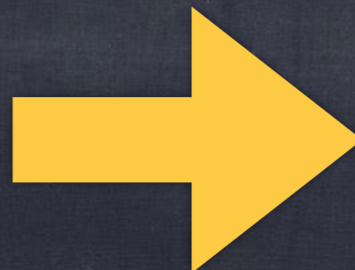


excluido porque si
estuviera lo
hubiéramos visto

no tenemos
sensibilidad para
decir nada

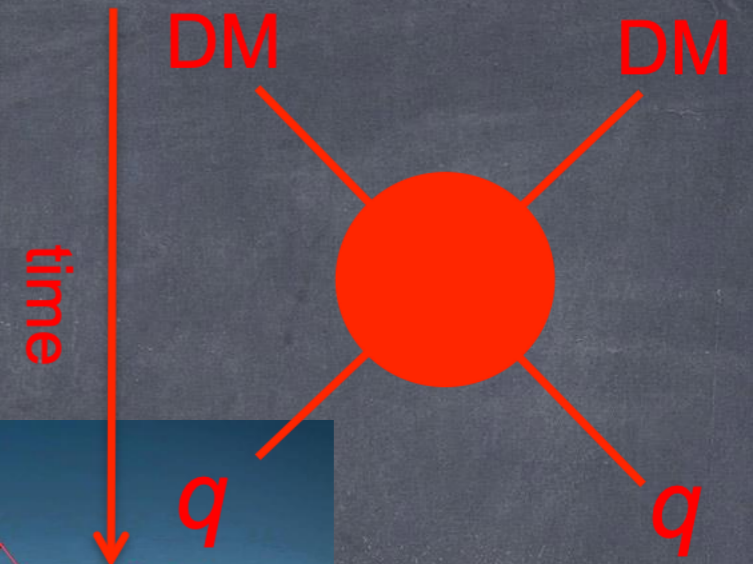
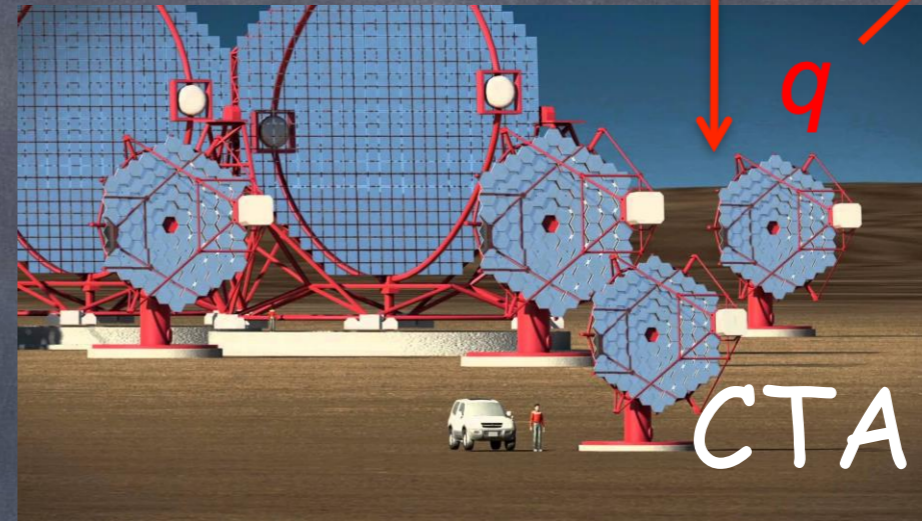
masa de X

nos falta poner el
modelo teórico

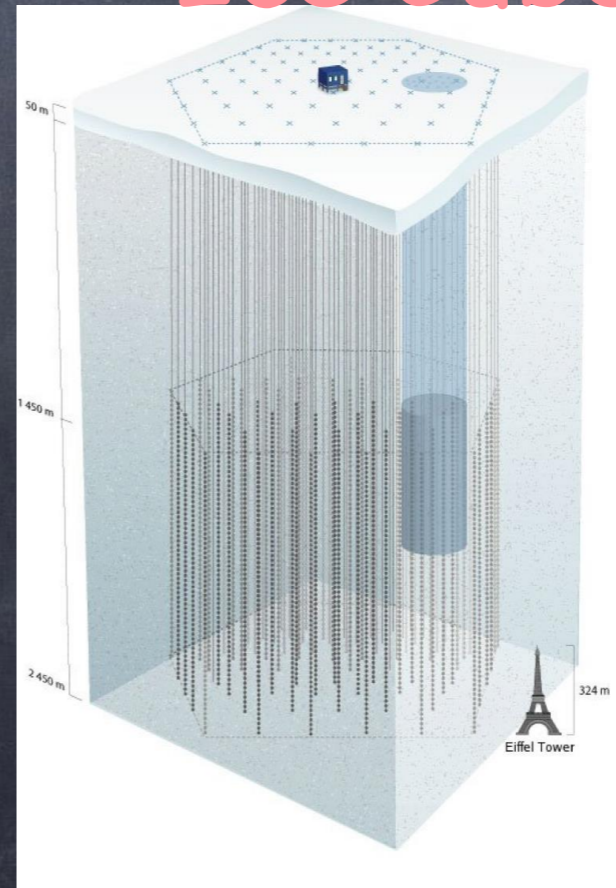
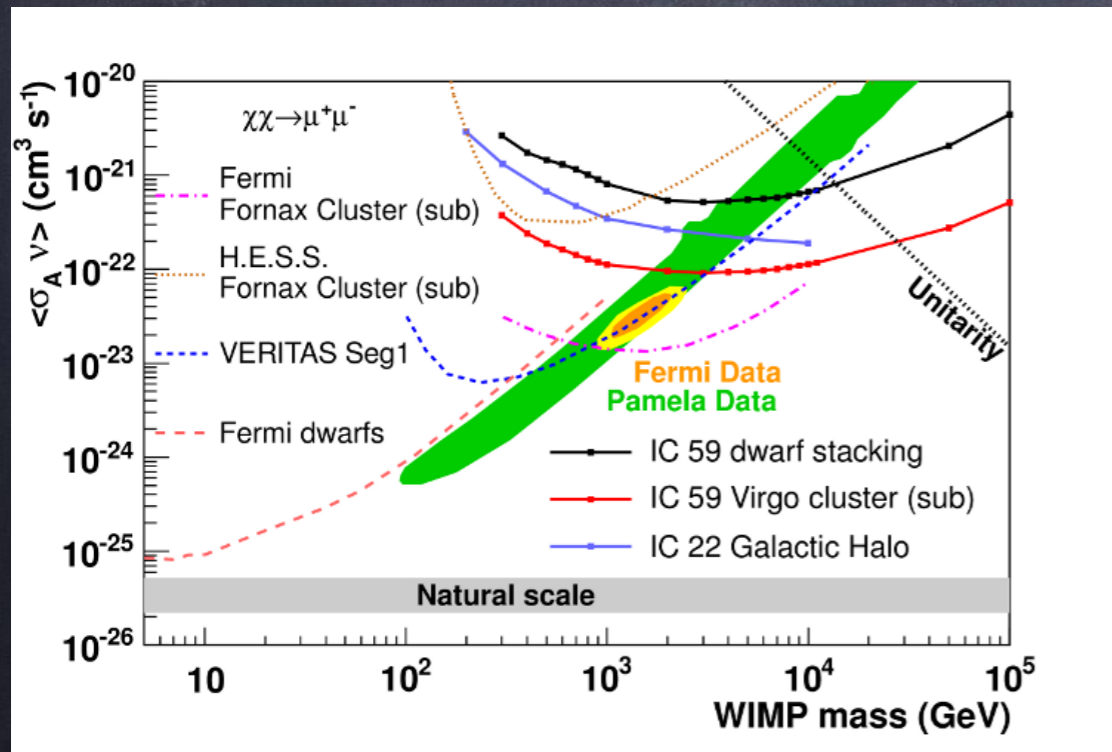


podemos poner cotas a las
masa en función de la XS, o
VER LA MATERIA OSCURA

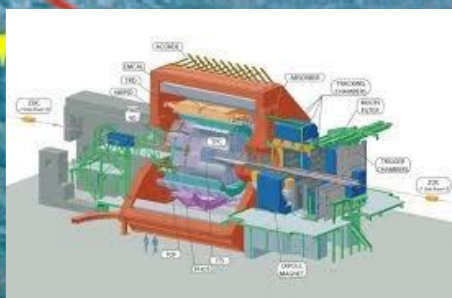
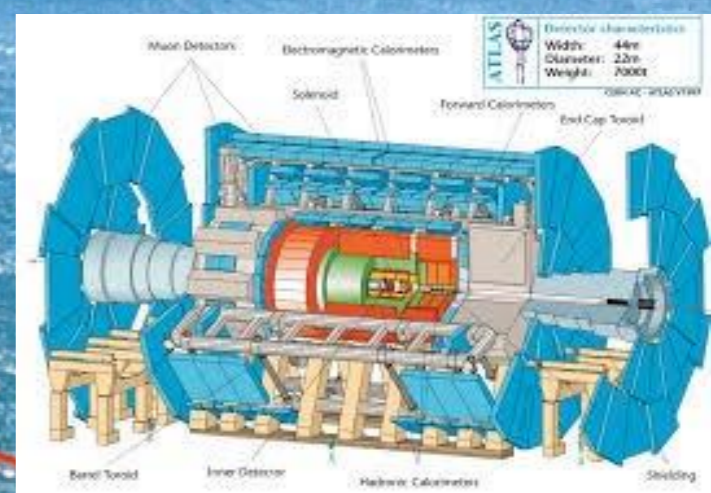
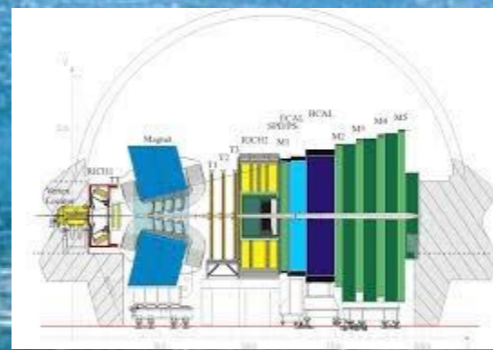
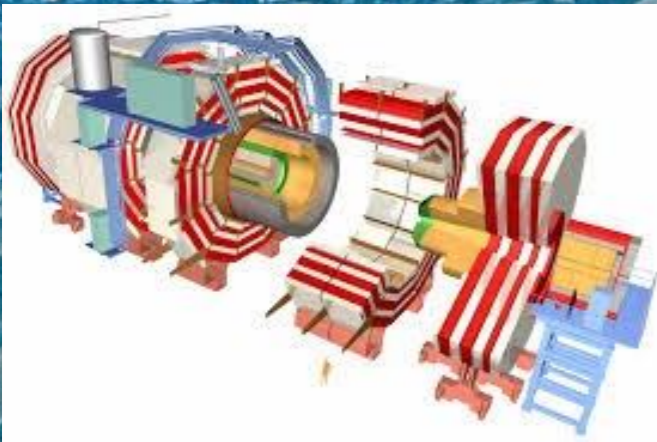
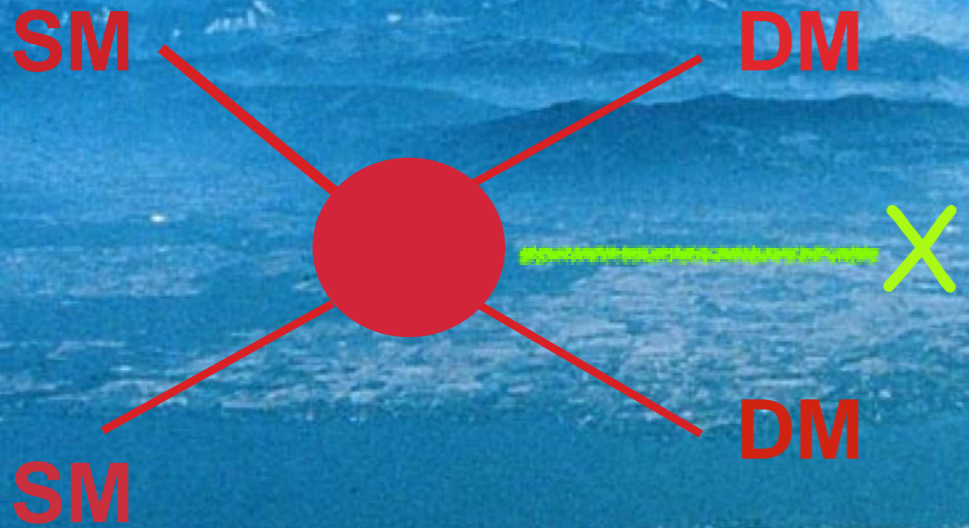
Búsqueda indirecta



Ice Cube, Antártida



Producción en Colisionadores



LHCb

ATLAS

CMS

ALICE

velocidad de protones 99.999999% c

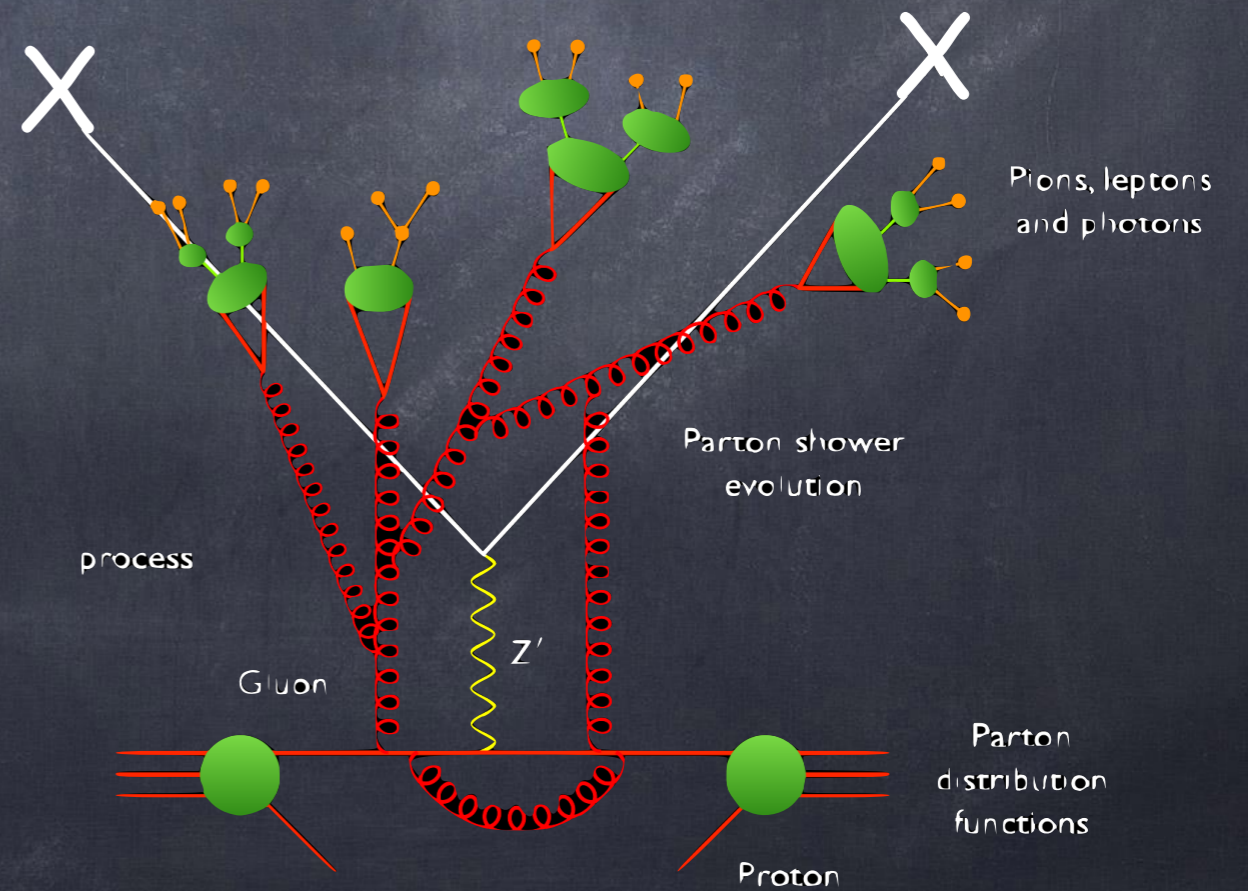
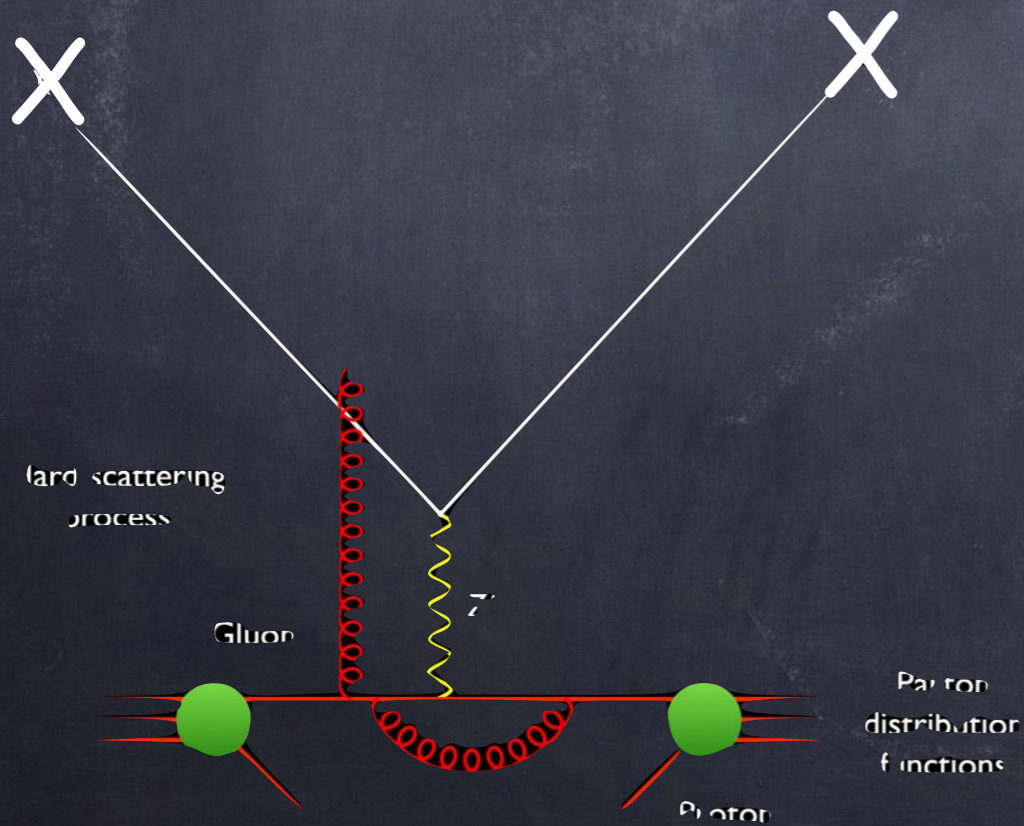
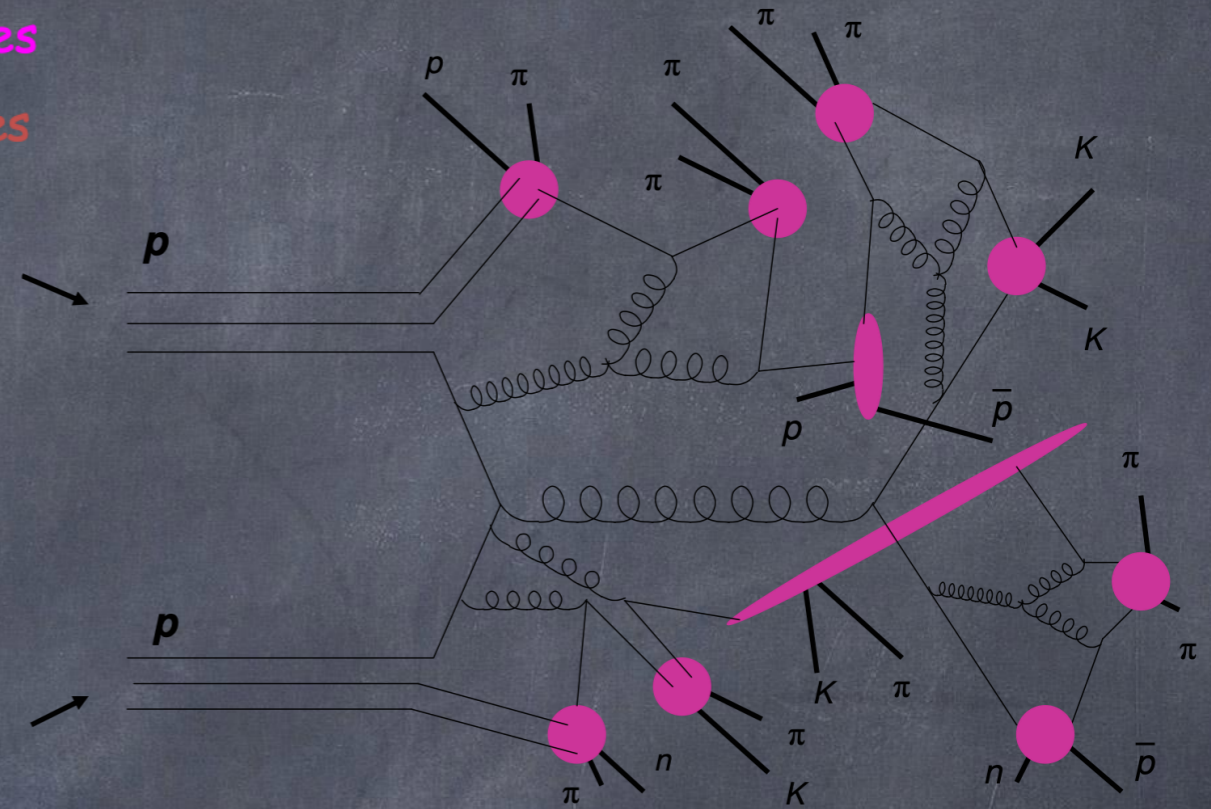
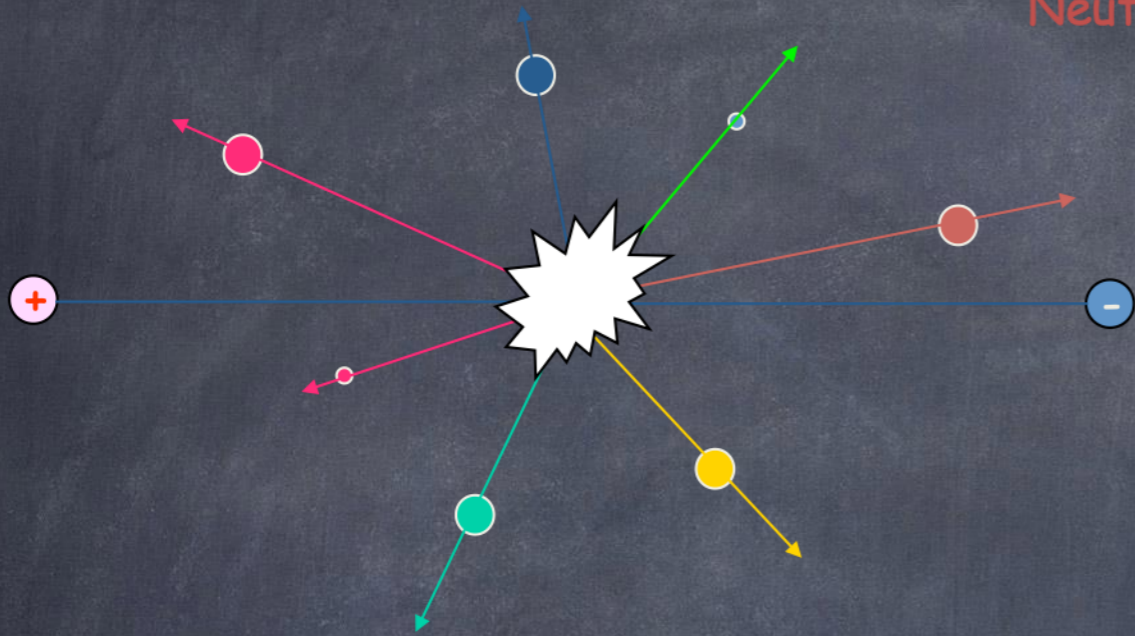
P

P

Colisión

Charged Particles

Neutral Particles

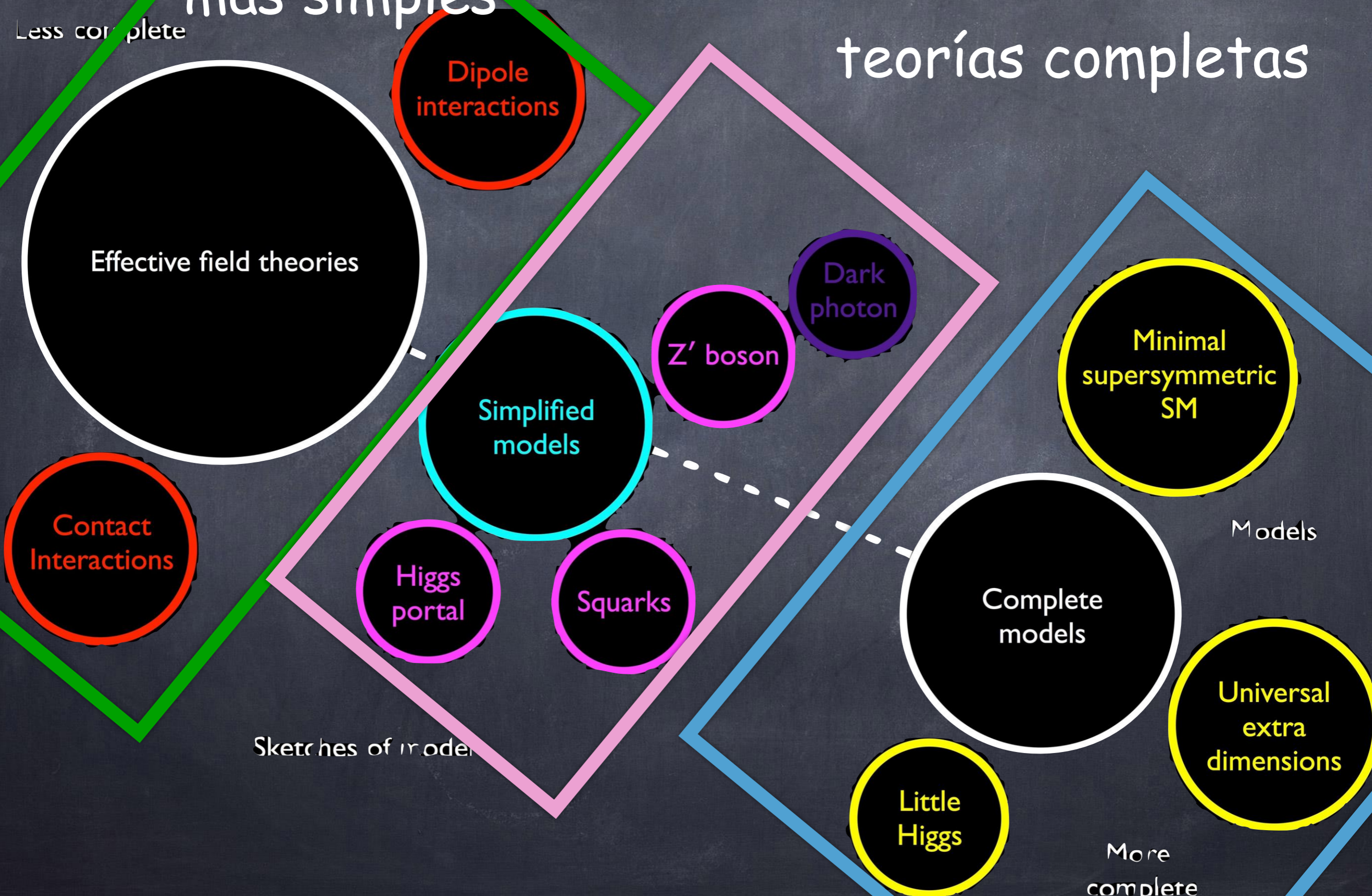


Espectro De Todas Las Teorías

más simples

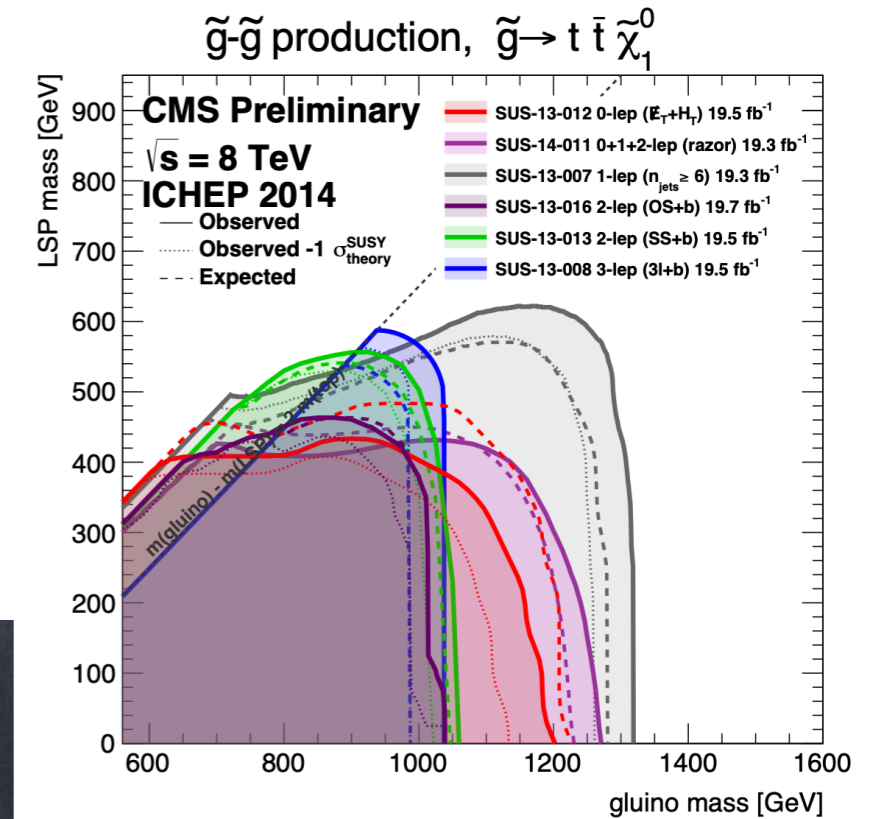
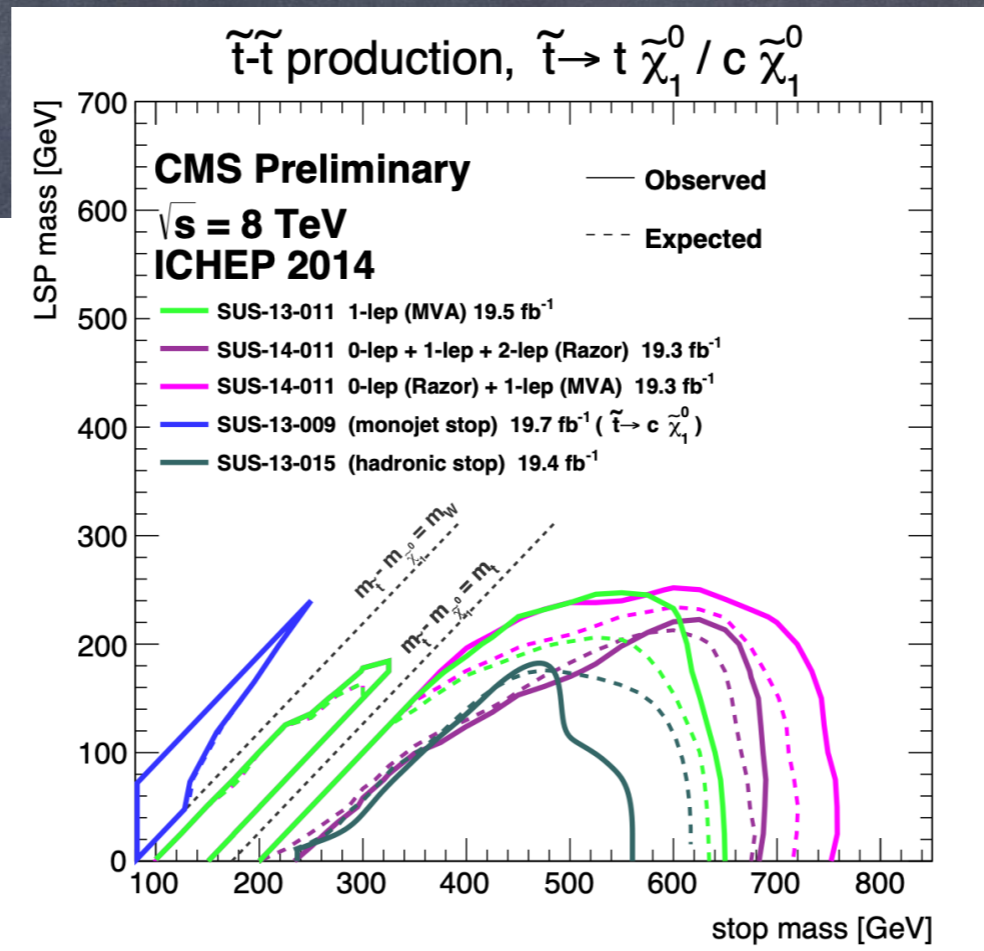
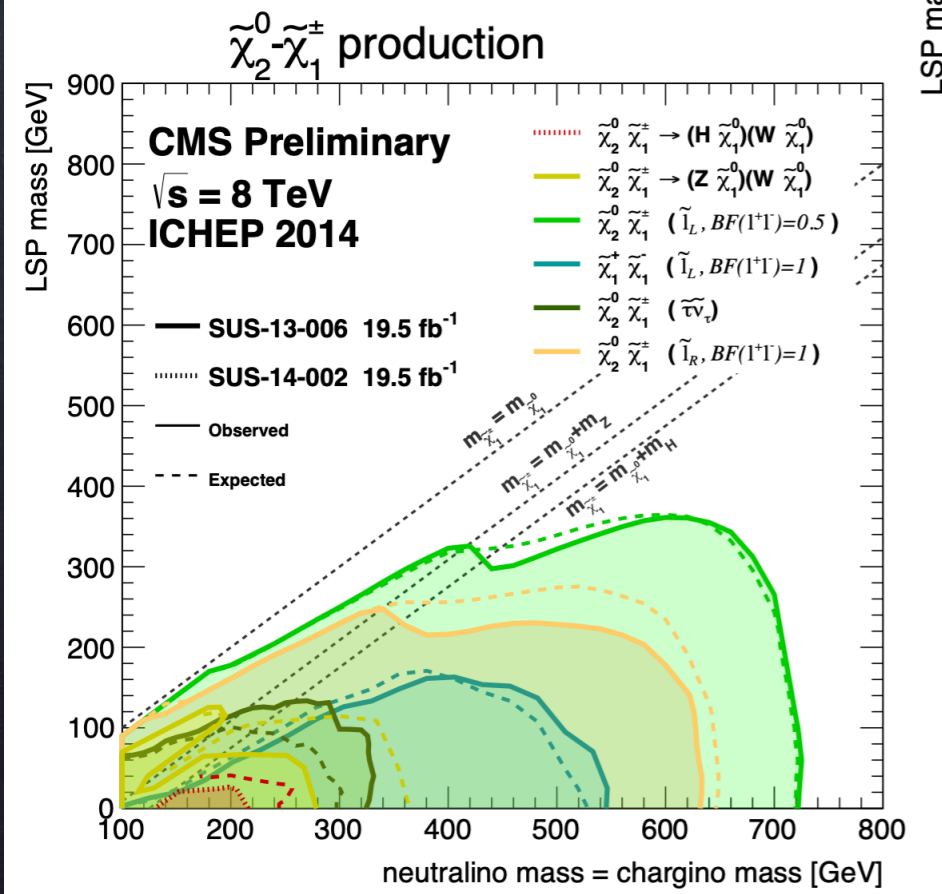
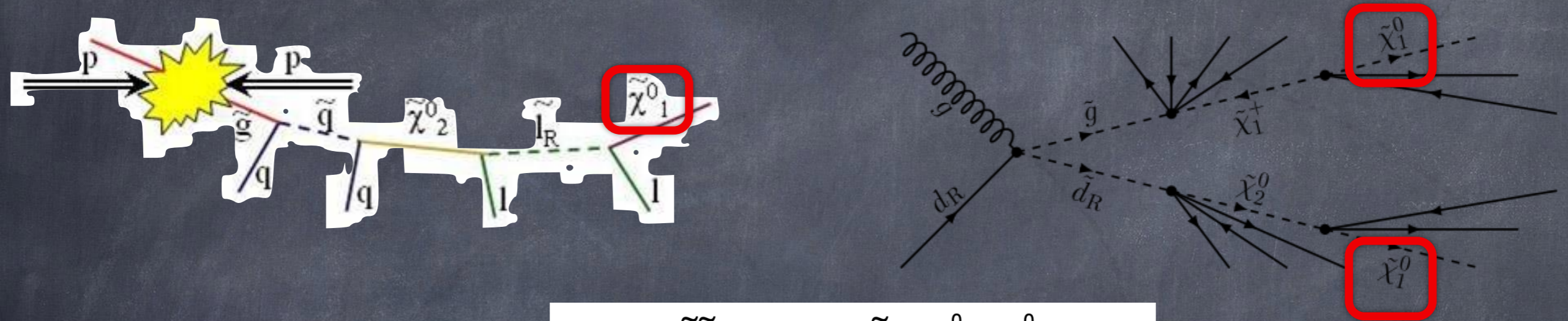
Less complete

teorías completas

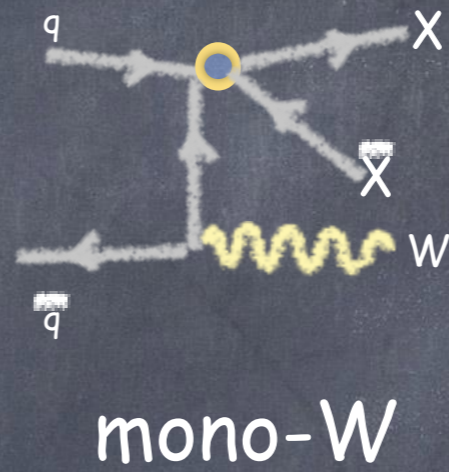
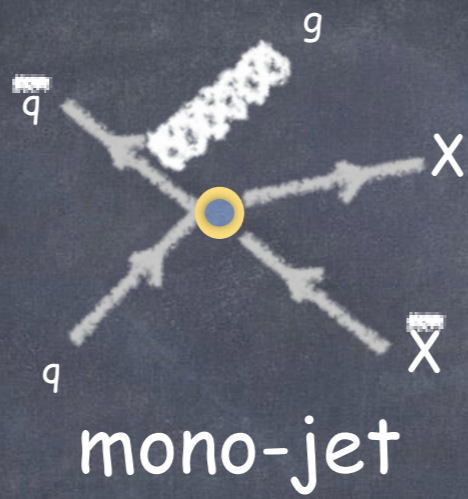
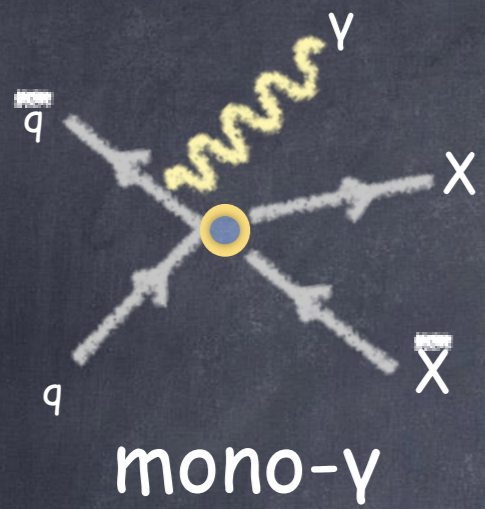


Teorías Completas: SUSY

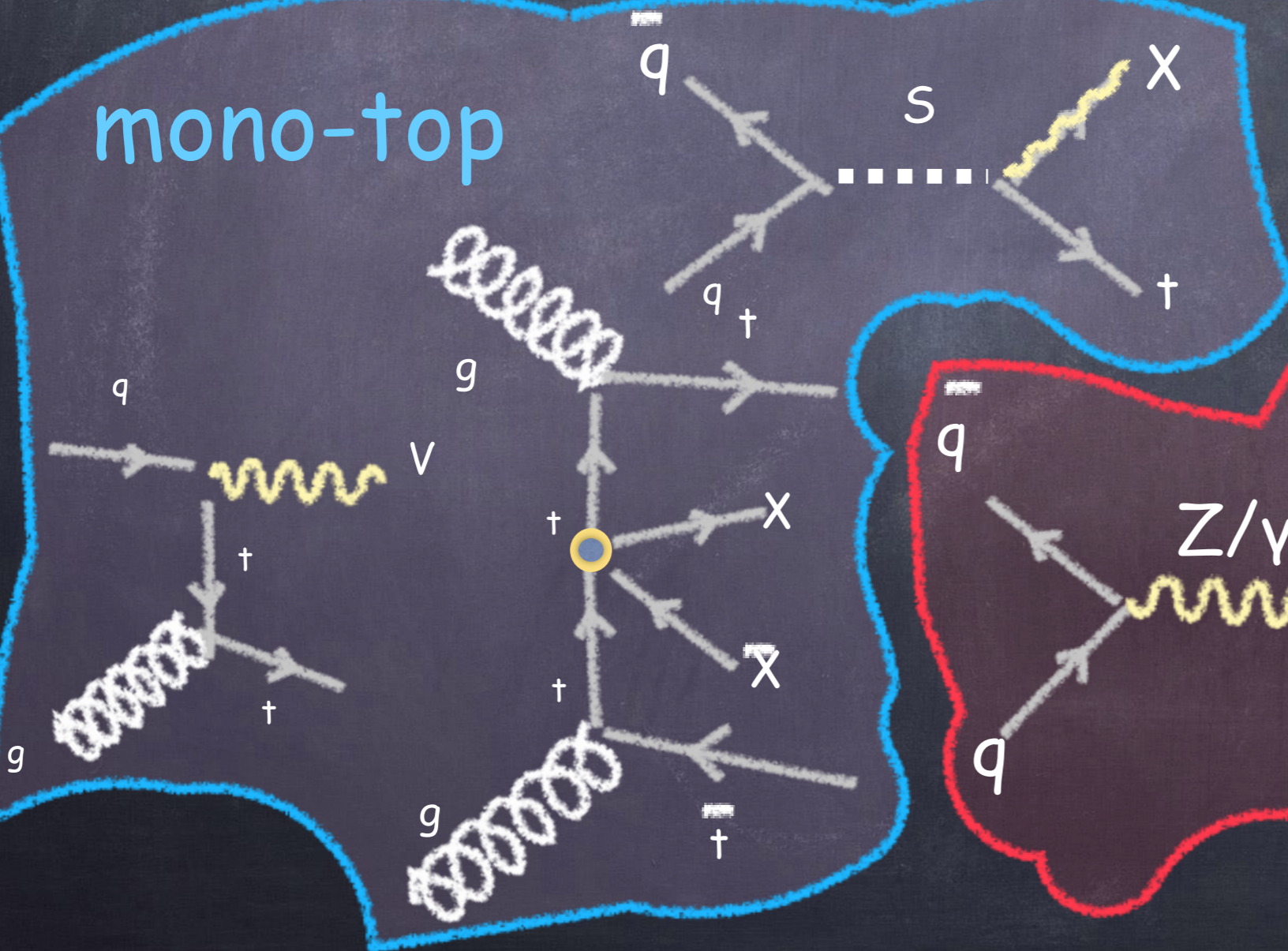
Producen procesos complicados con muchas partículas



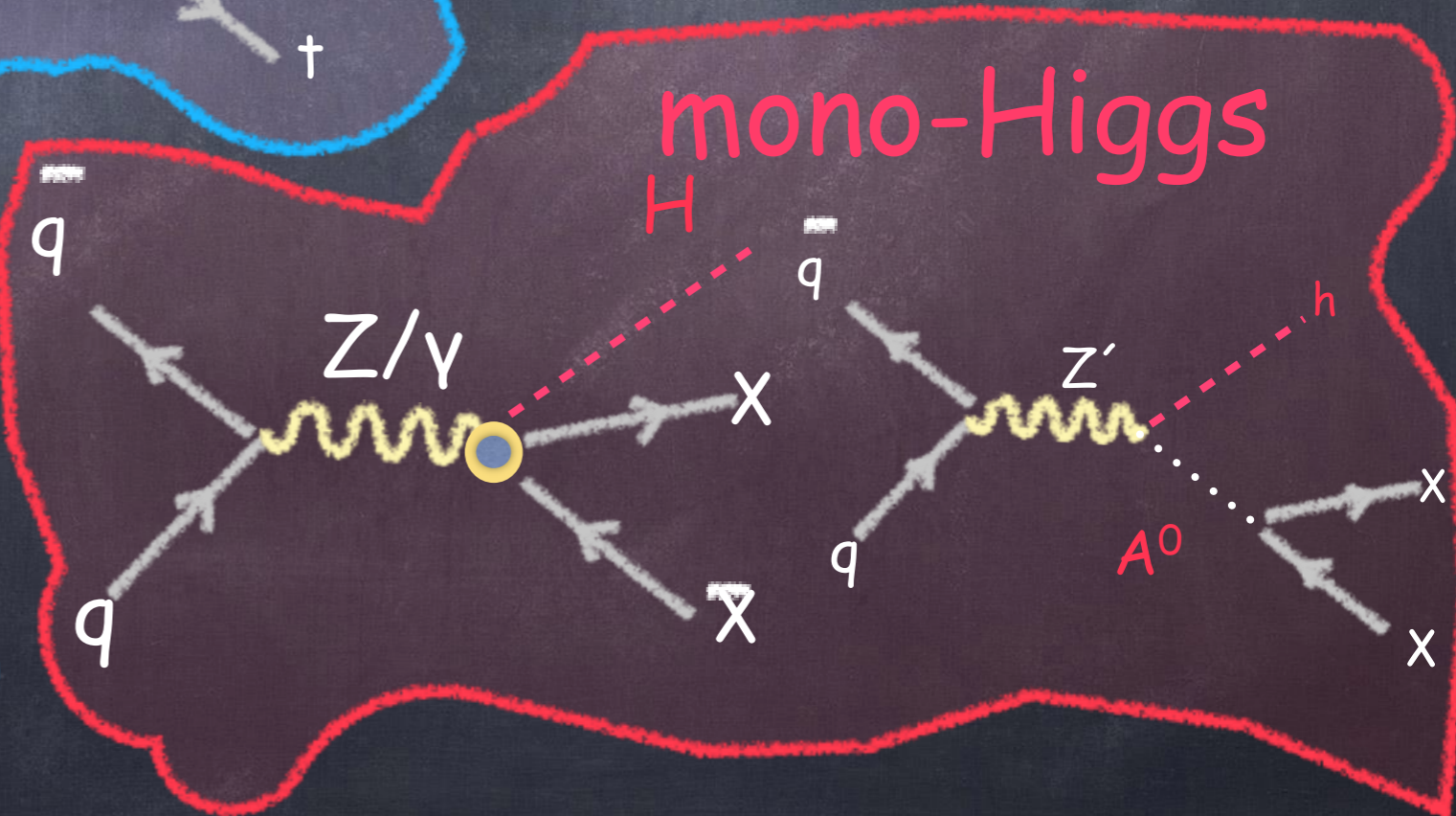
Mono-X



mono-top



mono-Higgs



búsqueda bajo tierra

Cryogenic bolometers

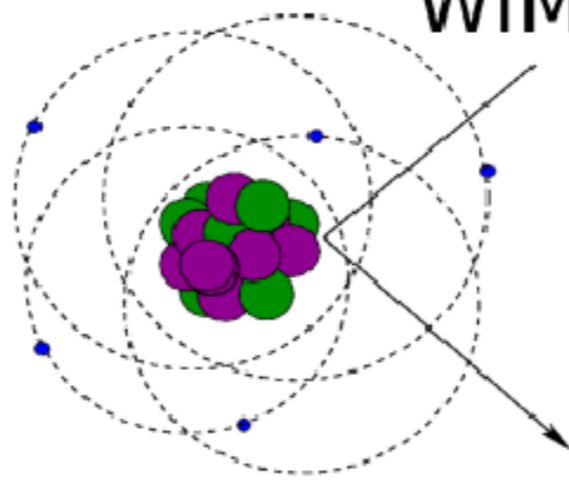
Superheated liquids

PHONONS / HEAT

Cryogenic bolometers with charge readout

Scintillating cryogenic bolometers

WIMP



Germanium detectors

Scintillating crystals

CHARGE

LIGHT

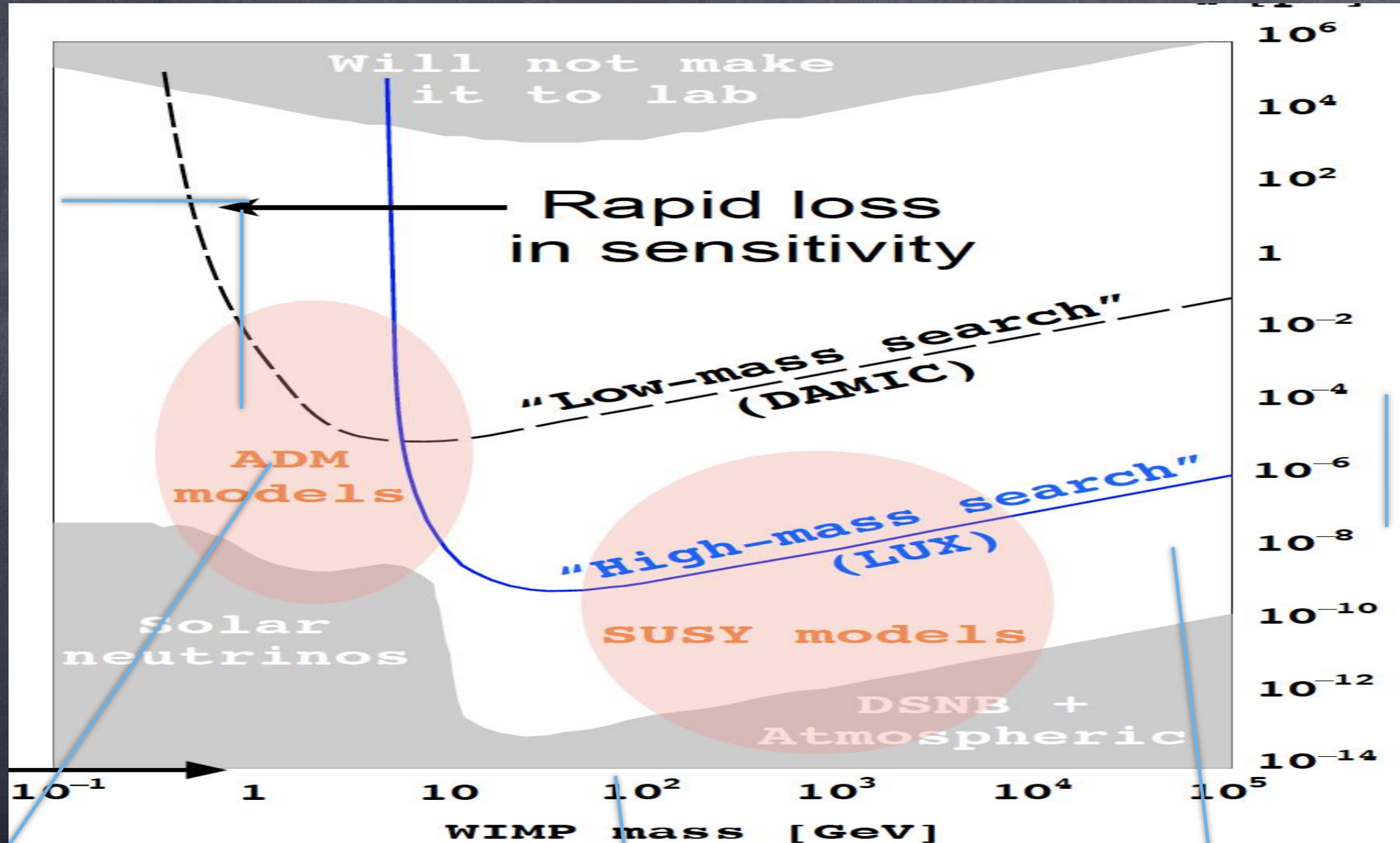
Directional detectors

Liquid noble-gas dual-phase time projection chambers

Liquid noble-gas detectors

WIMPS Limits

Kg mass/
low
thresholds



>Tons
mass/
Xenon
Argon

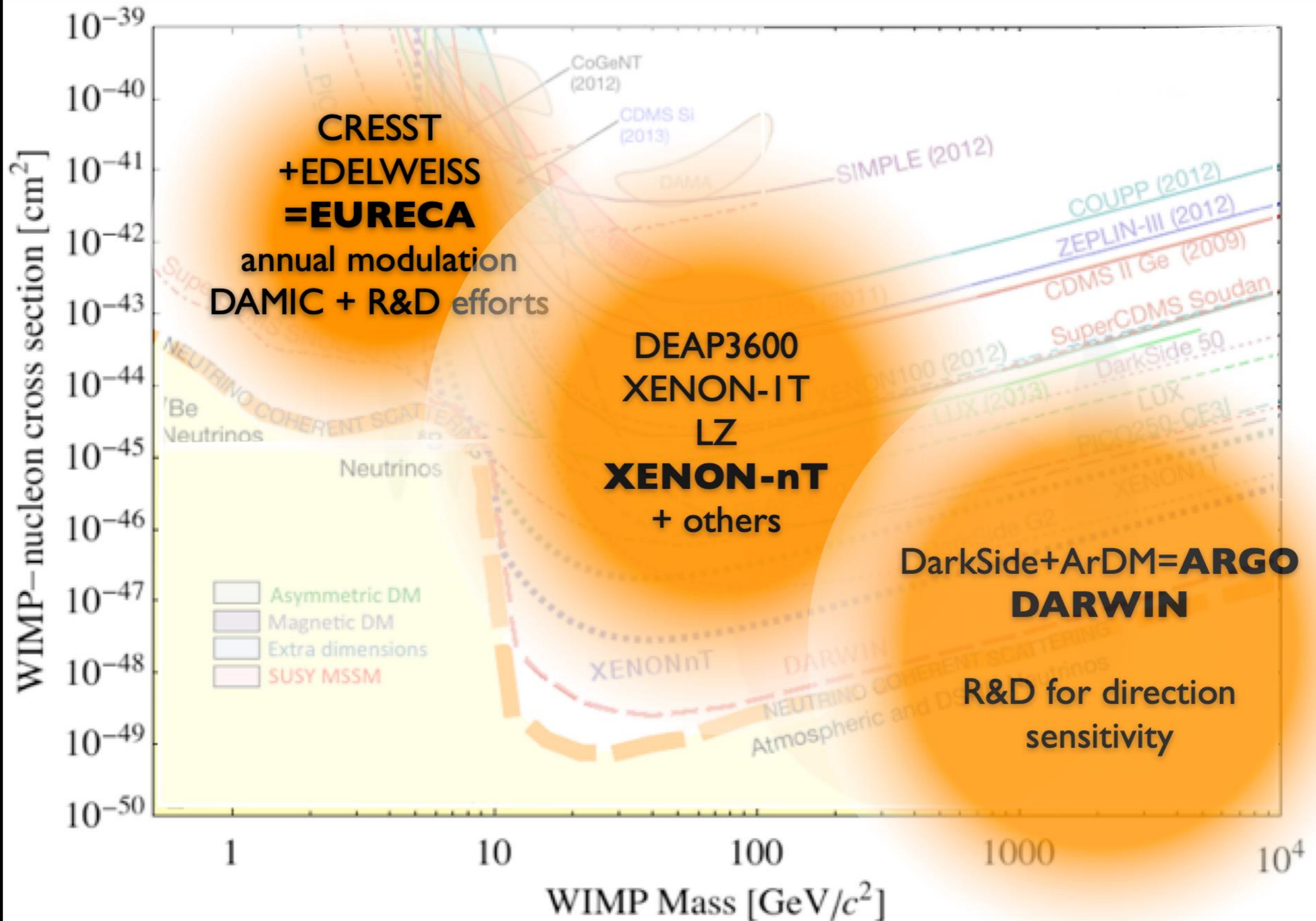
Detector energy threshold,
Resolution
quenching factor

$$m_\chi = m_\nu$$

$$M_{DM} = M_{target}$$

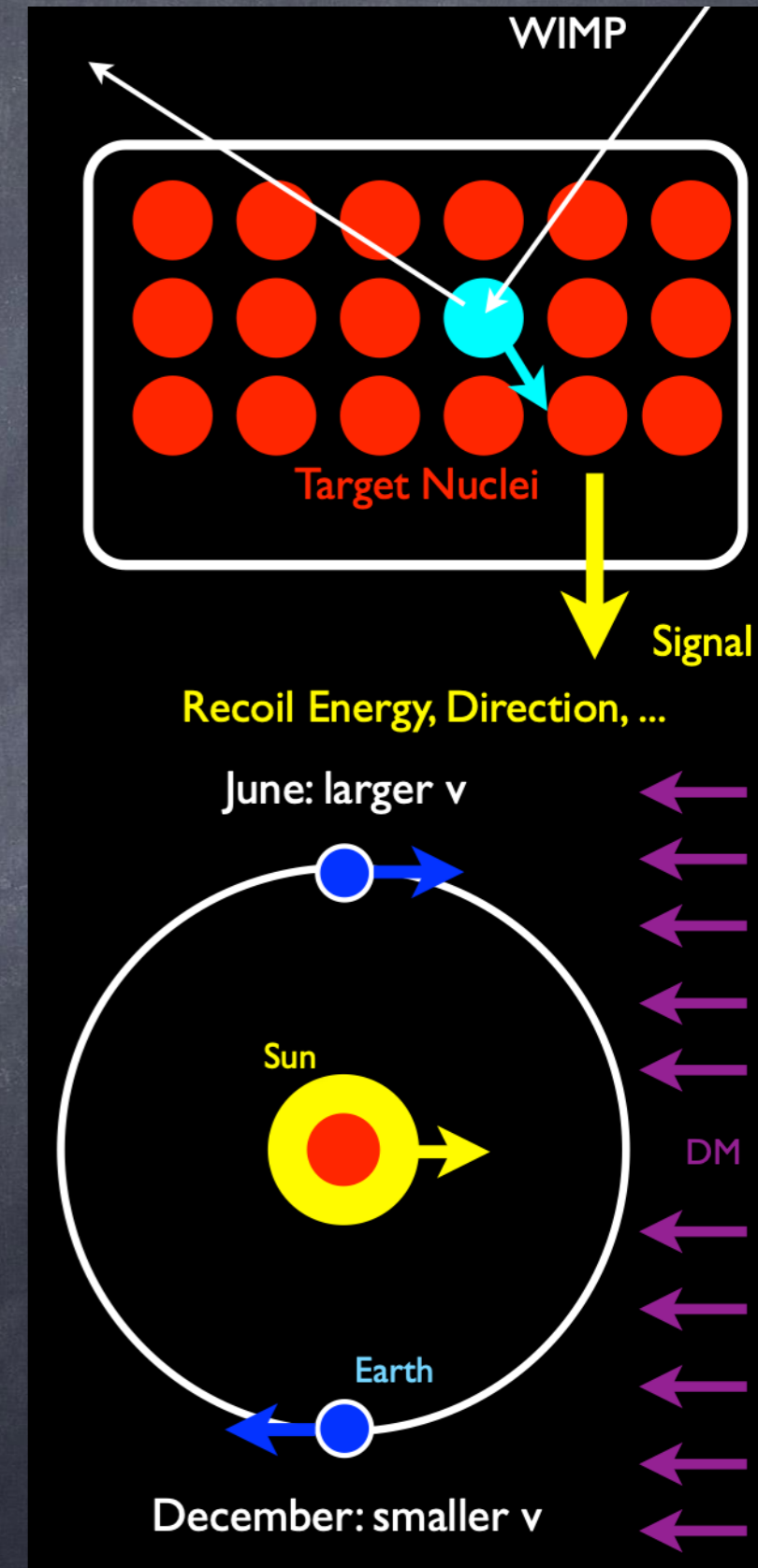
$$n = \rho / M_\chi E_R \approx 0.5 M_{target} v^2 r$$

Perpectivas: para los aprox. 10 años



como se hace búsqueda directa

- El objetivo es identificar recoil de los núcleos producidos por el choque entre DM y el "target" del núcleo.
- la signatura experimental consiste en medir el espectro de energía de los sucesos de scattering, también la dirección, y también la modulación de la señal.
- Super importante:
 - aspectos de física de partículas
 - y modelos de física nuclear
 - entendimiento total de las fondos, se necesita fondos muy muy bajos,
 - ambientales : gamma rays de la desintegración natural
 - neutrones, aparecen de la interacción de muones de rayos cósmicos que activan materiales y de interacciones nucleares
 - neutrinos
 - internos y de superficie



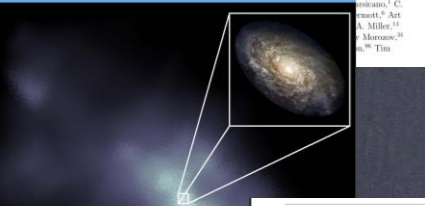
Dark matter search

Para explorar candidatos bien motivados con masas de eV a GeV necesitamos buscar las interacciones con detectores avanzados y ultrasensibles basados en tecnologías desarrolladas recientemente e ideas novedosas

US Cosmic Visions: New Ideas in Dark Matter 2017 : Community Report

Marco Battaglia¹ (SAC co-chair),¹ Alberto Ballarín (Coordinator),² Amina Chou (WG2 Co-Chair),³ Priscilla Coleman (Coordinator),⁴ Bertrand Edelman (WG3 Co-Chair),⁵ Ronvan Easly (WG1 Co-Chair),⁶ Juan Estrada (WG1 Co-Chair),⁷ Jonathan L. Feng (WG4 Co-Chair),⁸ Dennis Fargher (Coordinator),⁹ Patrick J. Fox (WG4 Co-Chair),¹⁰ Peter Graham (WG2 Co-Chair),¹¹ Carter Hall (Coordinator),¹² Roni Harnik (SAC member),¹³ JoAnne Hewett (Coordinator),¹⁴ Joseph Hewlett (Coordinator),¹⁵ Eder Izaguirre (WG3 Co-Chair),¹⁶ Daniel McKinsey (WG1 Co-Chair),¹⁷ Matthew Pyle (SAC member),¹⁸ Natalia Rig (Coordinator),¹⁹ Greg Robles (SAC member),²⁰ Pierre Sikivie (SAC member),²¹ Tim M.P. Tait (SAC member),²² Natalia Toro (SAC co-chair),²³ Richard Van De Water (SAC member),²⁴ Noel Weiner (SAC member),²⁵ Kathryn Zurek (SAC member),²⁶ Eric Adelberger,²⁷ Andrei Alamo-Liencres,²⁸ Declan Alcorn,²⁹ James Alexander,³⁰ Vasilio Cristian Antochi,³¹ David Mark Amer,³² Howard Baer,³³ Dipanrita Banerjee,³⁴ Elisabetta Baracchini,³⁵ Phillip Barbera,³⁶ Joshua Barrow,³⁷ Noemie Baubou,³⁸ James Barrat,³⁹ Stephen Benson,⁴⁰ Adnan Berlin,⁴¹ Mark Bird,⁴² Nikita Blinov,⁴³ Katherine K. Boddy,⁴⁴ Mariangela Bonci,⁴⁵ Walter M. Boywitt,⁴⁶ Mark Bosley,⁴⁷ James Boyle,⁴⁸ Maxime Boudet,⁴⁹ Leah Brusaard,⁵⁰ Rainer Buhalik,⁵¹ Phillip Bunting,⁵² Marc Caffee,⁵³ Sabato Stefano Caiazzo,⁵⁴ Sheldon Campbell,⁵⁵ Tongtong Cao,⁵⁶ Gianpaolo Carone,⁵⁷ Massimo Carriani,⁵⁸ Gianluca Caruso,⁵⁹ Andrea Chantaroni,⁶⁰ Jay Hyook Chang,⁶¹ Swapan Chattopadhyay,⁶² Avava Chavarría,⁶³ Chiao-Yi Chen,⁶⁴ Kenneth Clark,⁶⁵ John Clarke,⁶⁶ Owen Colegrove,⁶⁷ Jonathan Coleman,⁶⁸ David Coslin,⁶⁹ Robert Cooper,⁷⁰ Michael Cribier,⁷¹ Paula Croftell,⁷² Francesco D'Amico,⁷³ Domenico D'Urso,⁷⁴ Eric Dahl,⁷⁵ William Dawson,⁷⁶ Marzio De Napoli,⁷⁷ Raffaella De Vito,⁷⁸ Patrick DeNiverville,⁷⁹ Stephen Derrico,⁸⁰ Antonia Di Crescenzo,⁸¹ Emanuele Di Marco,⁸² Keith B. Deane,⁸³ Milind Datta,⁸⁴ Dongqi Hazidipolodhi Dongqi,⁸⁵ Alan Farar,⁸⁶ Fiorella,⁸⁷ Italo,⁸⁸ sun,⁸⁹ Erika Richard J.,⁹⁰ Ziyang John James,⁹¹ Manoj,⁹² Chris,⁹³ Naitila,⁹⁴ Iarlangela,⁹⁵ Katherine,⁹⁶ minimo,⁹⁷ C, Ernst,⁹⁸ Art A. Miller,⁹⁹ Marlene,¹⁰⁰ Tim

Basic Research Needs for Dark Matter Small Projects New Initiatives



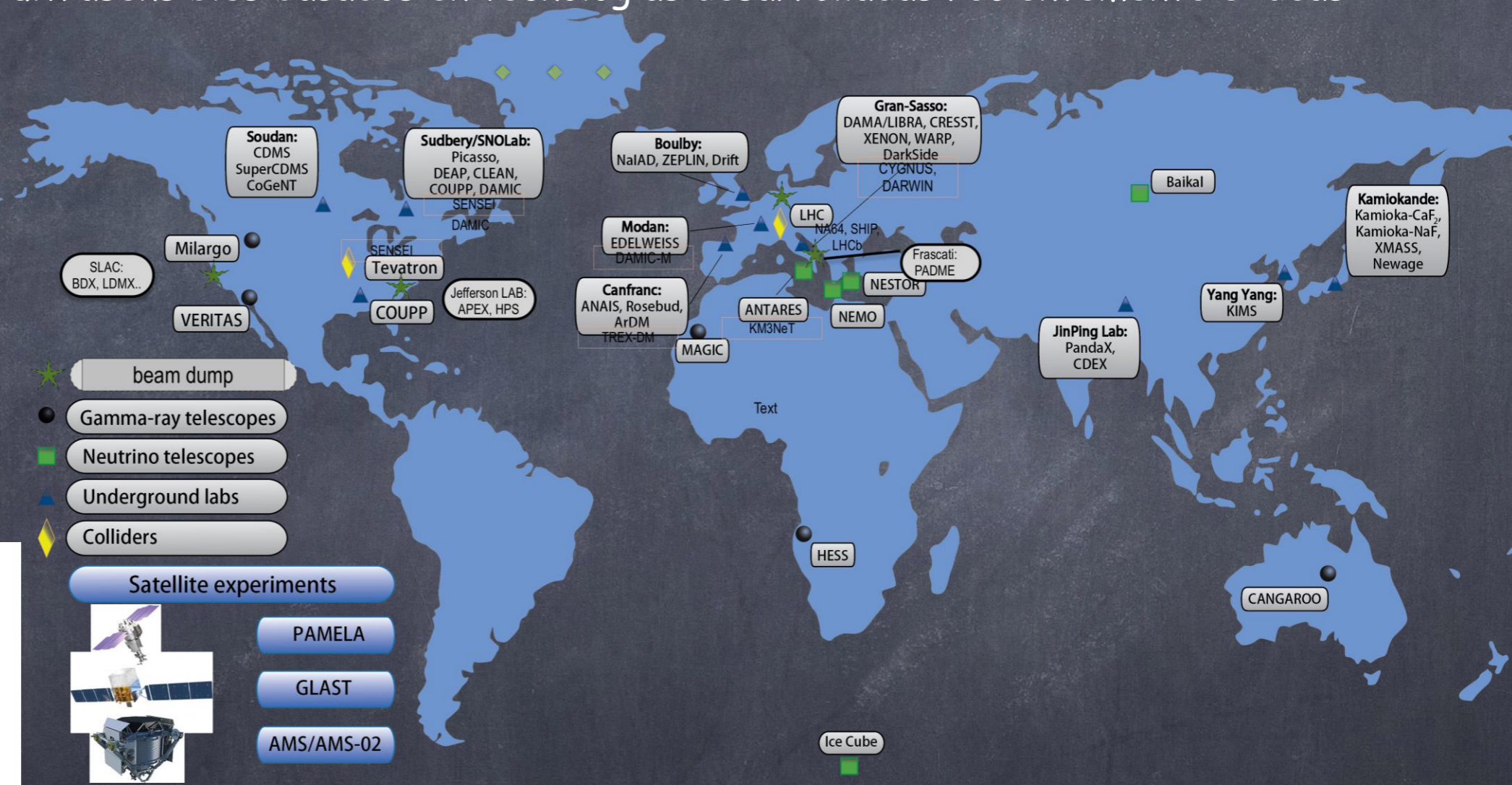
Chapter 9
Dark Matter and Dark Sectors

This chapter is based on material submitted by the particle physics community to the ESPP update process that is relevant for dark matter and dark sector exploration. Section 9.1 provides an introduction to the topic. Section 9.2 briefly highlights current results and potential of dark matter astrophysical probes. Dark Matter (DM) and Dark Sector (DS) searches at colliders are discussed in Chapter 8, and are briefly touched upon in Sect. 9.3 of this chapter through their complementarity with dark matter direct and indirect detection experiments. Section 9.4 concentrates on accelerator based DM/DS searches at fixed target and beam dump experiments. Section 9.5 discusses astrophysical and Axion-Like Particle (ALP) searches. Section 9.6 concludes on the main findings of the preparatory group exercise for this chapter. More detailed information can be found in a supporting note [104].

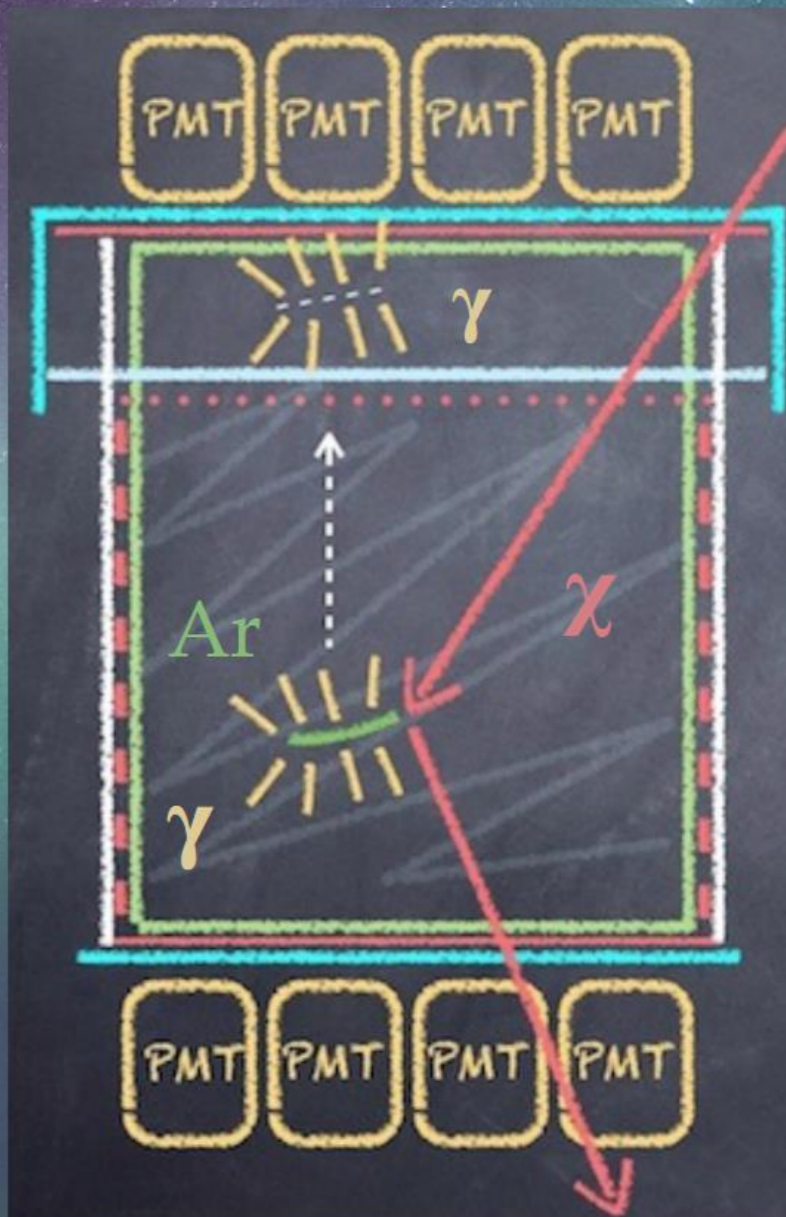
9.1 Introduction

There is compelling evidence from galactic and cosmological observations that DM exists, and detecting DM in the laboratory is one of the greatest challenges of particle physics [105]. Since DM, if made of particles or compact objects, is the dominant form of matter in the universe, it is highly plausible that there is also a richer Hidden Sector (HS). The constituents of such HS could include multiple species of massive particles, one or more which might mix with Standard Model (SM) particles such as the Higgs boson, the photon or neutrinos, via so-called HS-SM portal operators (see [106] for a review). A hidden sector that contains dark matter is more generically called a DS, and includes at least a mediator connecting HS particles and SM particles. The SM operator interacting with the mediator is often referred to as a portal (e.g. Higgs portal). In the most simplified DS realizations, with just DM as its only component, a new, beyond the Standard Model (BSM) particle may act as the mediator. Such a mediator can also be the first excited state of a new gauge group under which the SM particles are charged, e.g. $U(1)_{\text{dark}}$ [107, 108].

While the observational evidence for dark matter is unequivocally convincing, our current level of ignorance of the basic properties of dark matter is remarkable [109]. The mass of dark matter particles could be anything from as light as 10^{-22} eV [110] to as heavy as primordial black holes of tens of solar masses [111]. The lower mass limit comes from the requirement that dark matter particles can have a sufficiently short de Broglie wavelength to form dwarf galaxies and galactic sub-halos, while the upper limit is set by observational limits on massive compact



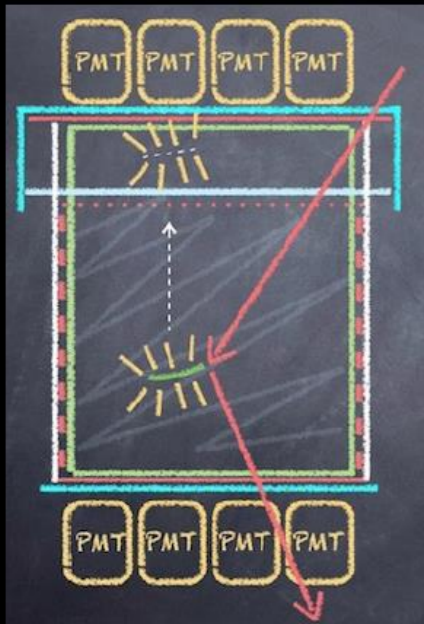
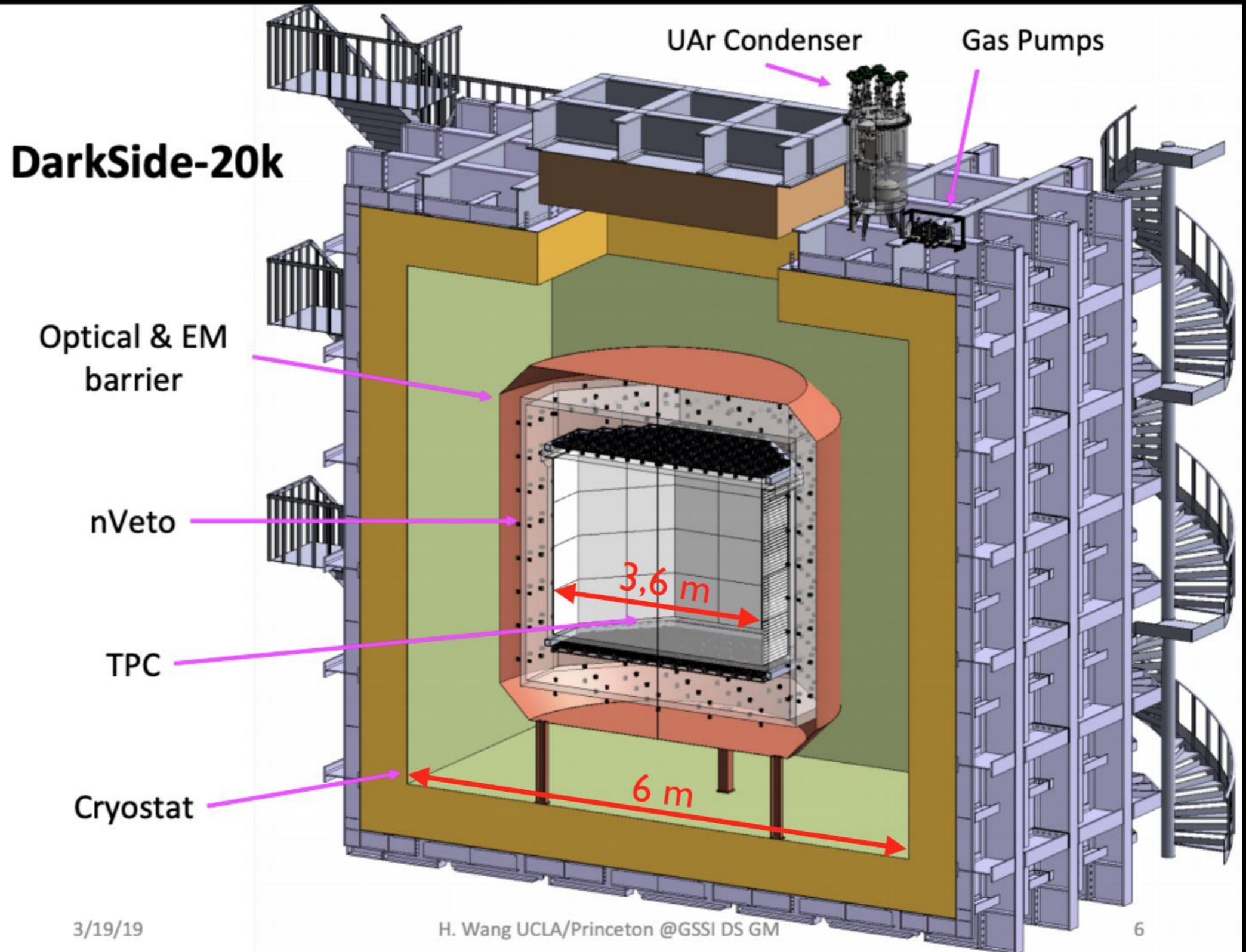
Summary of the High Energy Physics Workshop on Basic Research Needs for Dark Matter Small Projects New Initiatives
October 15 - 18, 2018



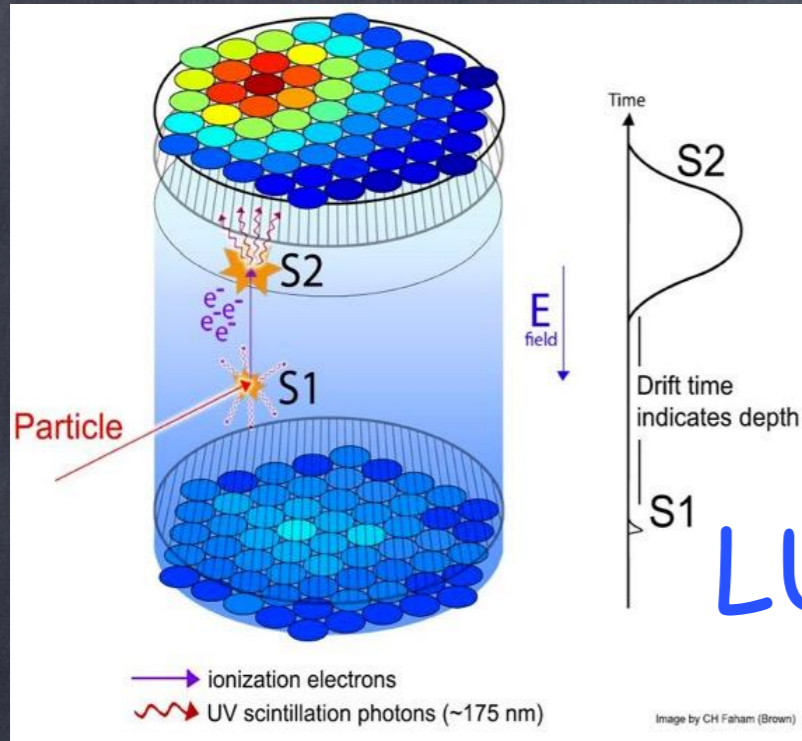
Construimos gigantesco detectores de argón líquido: si un **WIMP** choca con un átomo de Ar, somos capaces de registrar su **extremadamente tenue destello de luz** y distinguirlo del **apabullante fondo de luz** procedente de los rayos cósmicos y de la radioactividad natural.

Darkside-20k

Detector en forma de barril de 36 m³, contendrá 50.000 kg de argón líquido. Tomará datos en 2023.



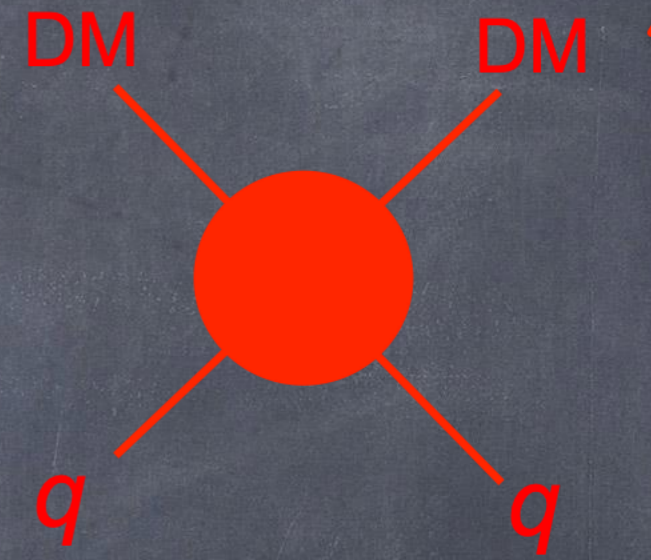
Búsqueda Directa



LUX

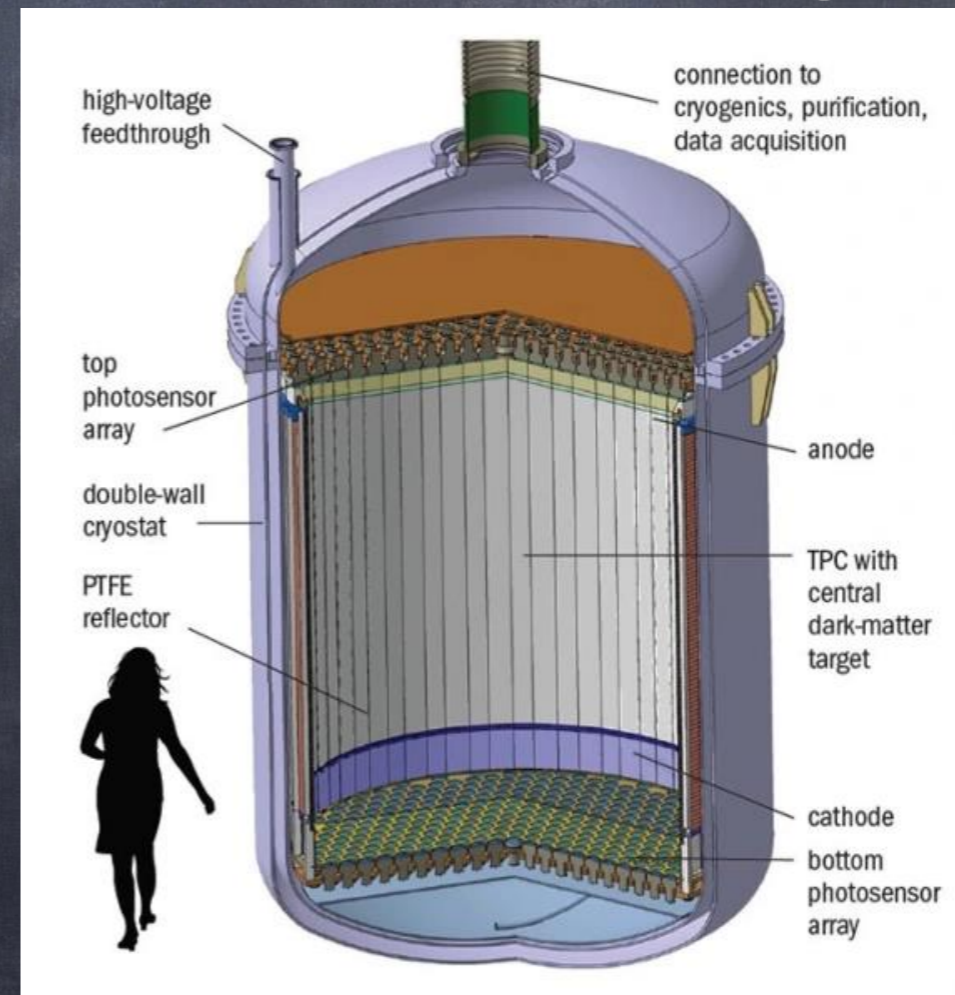


Dama

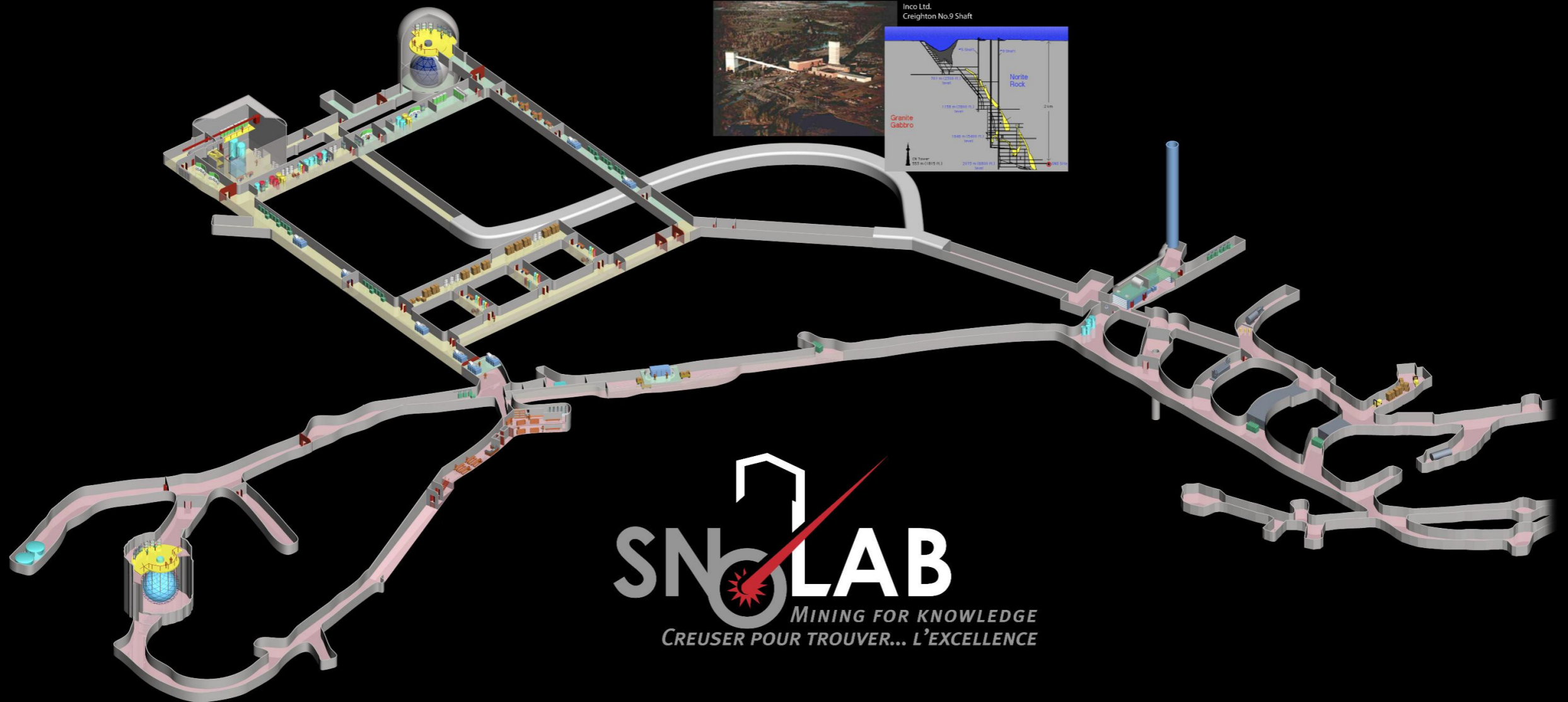


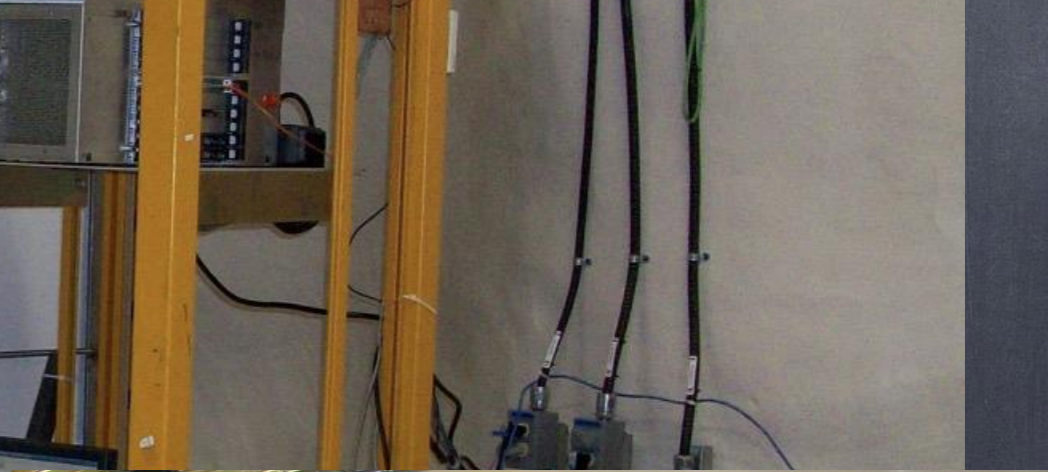
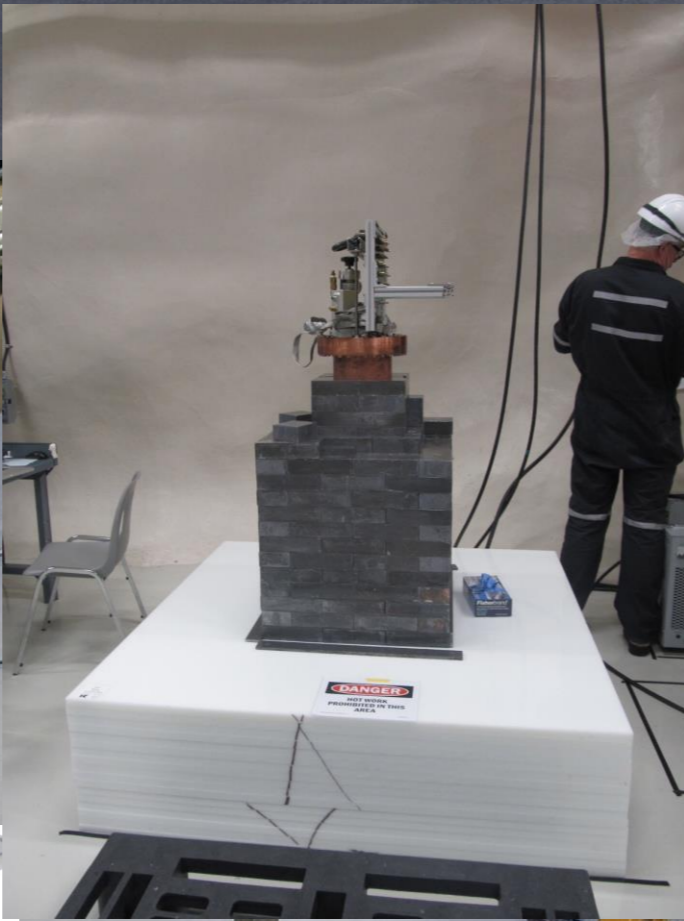
Darwin

Xenon100



DAMIC/DAMIC-M experiment





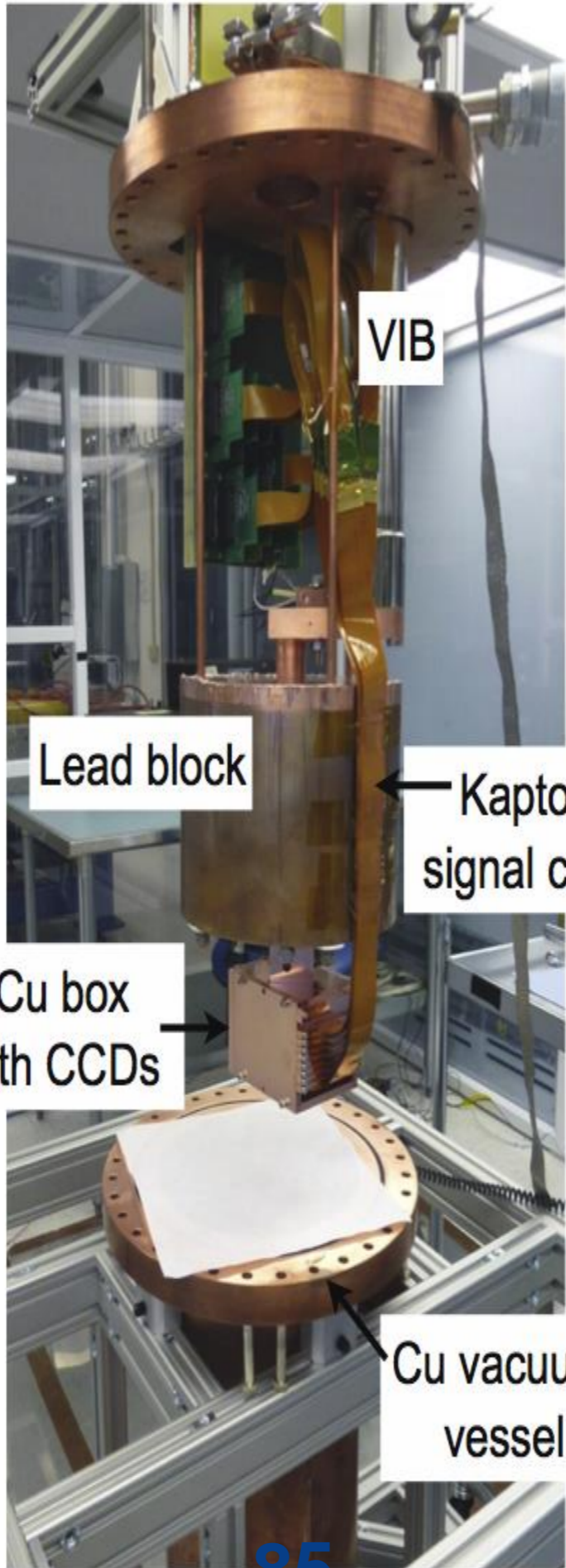
16 Mpix CCD

5.8 g

6 cm

Copper module

Kapton signal cable



VIB

Lead block

Kapton signal cable

Cu box with CCDs

Cu vacuum vessel



Poly-ethylene

Lead

DAMIC

- Very low noise and dark current, DAMIC reached the lowest DC ever measured in Silicon detectors
 - 2×10^{-22} A/cm², < 0.001 e/pixel/day (at 140K)
- CCD spatial resolution provides a unique handle to the understanding of the background, and reject it

22

Above 1 keV, the event profile can identify the progenitor...

1. Tight deposition:

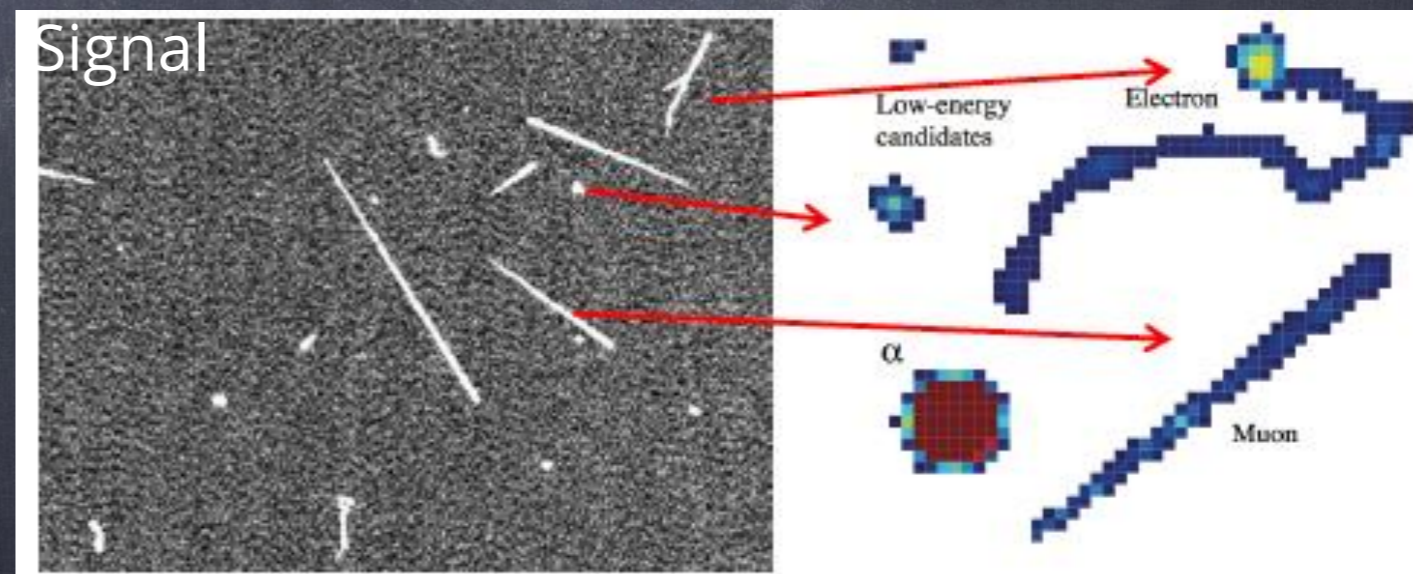
- nuclear recoil
- low-E electron recoil

2. Elongated track:

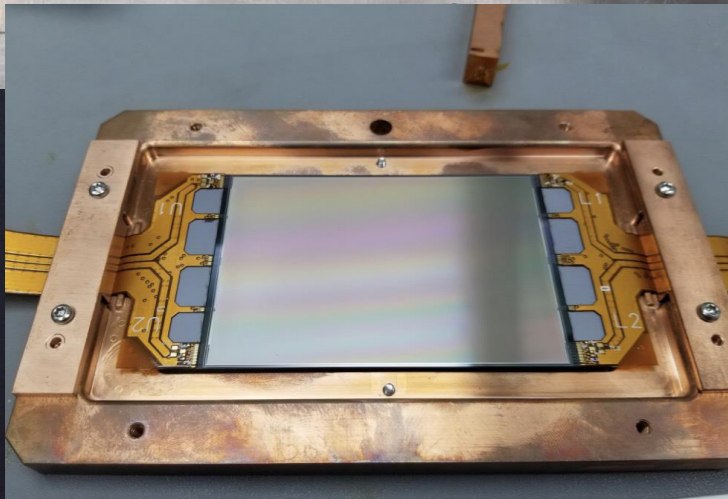
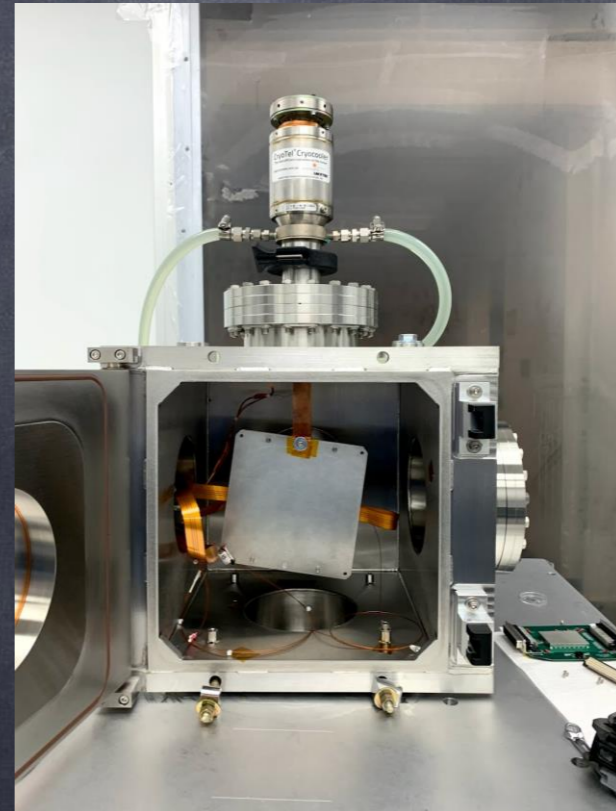
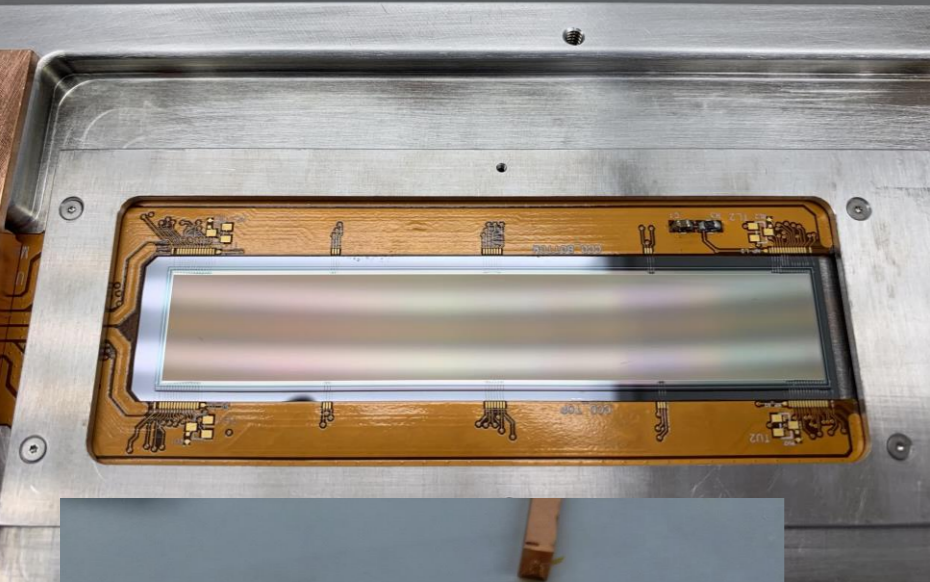
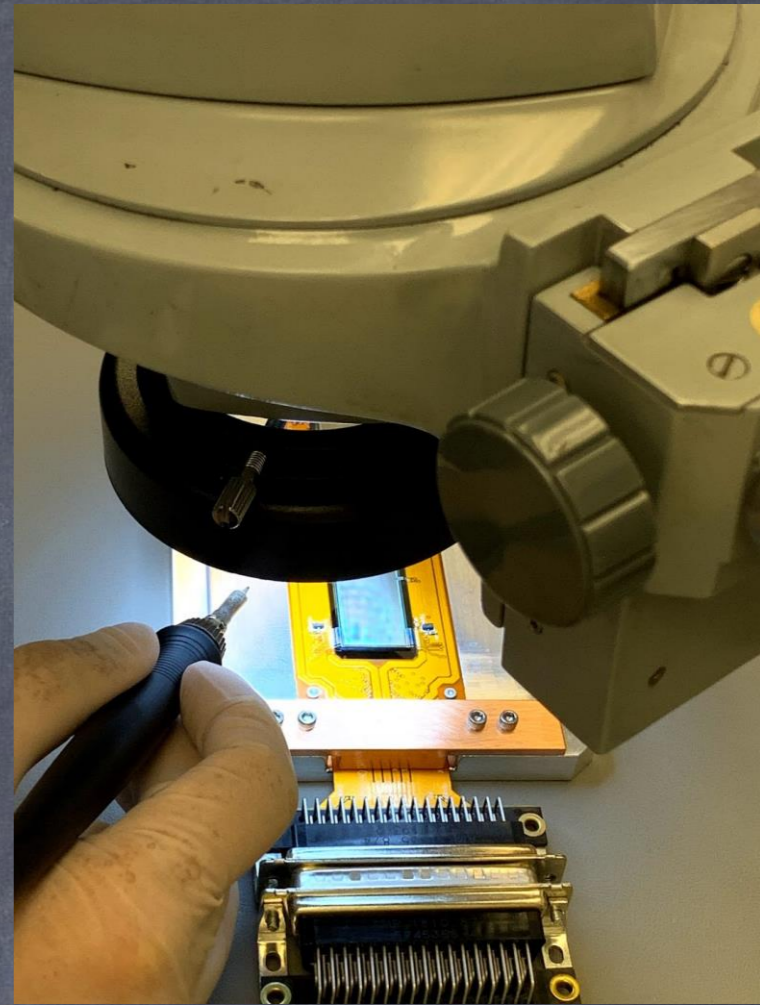
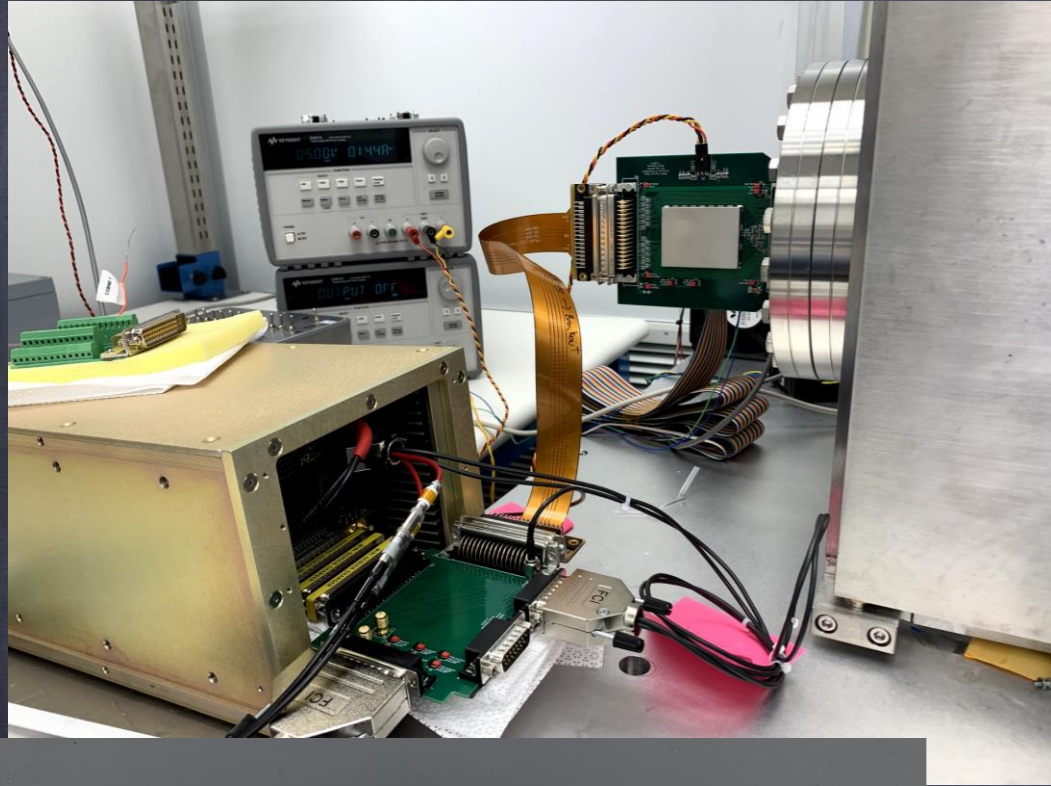
- high-E electron recoil
- muon

3. Large blob:

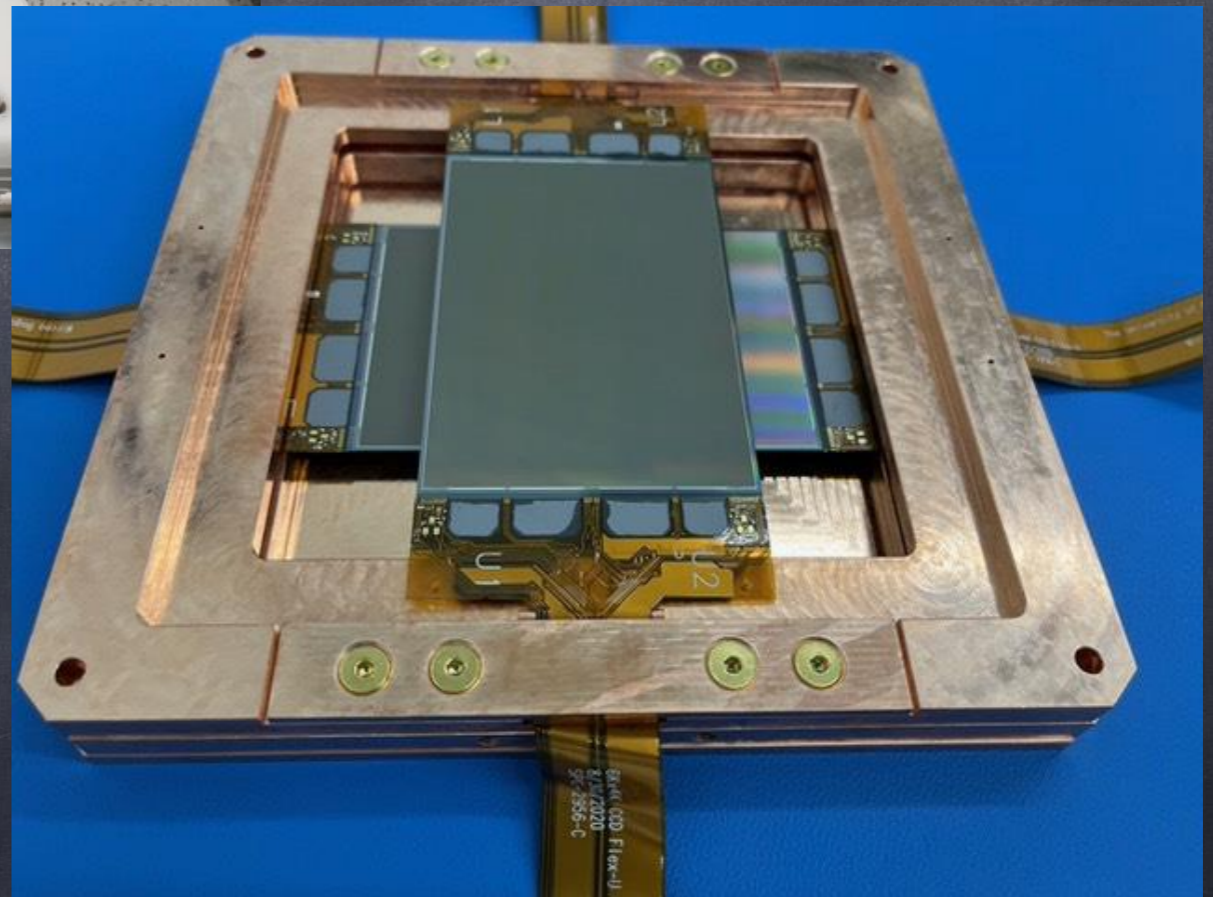
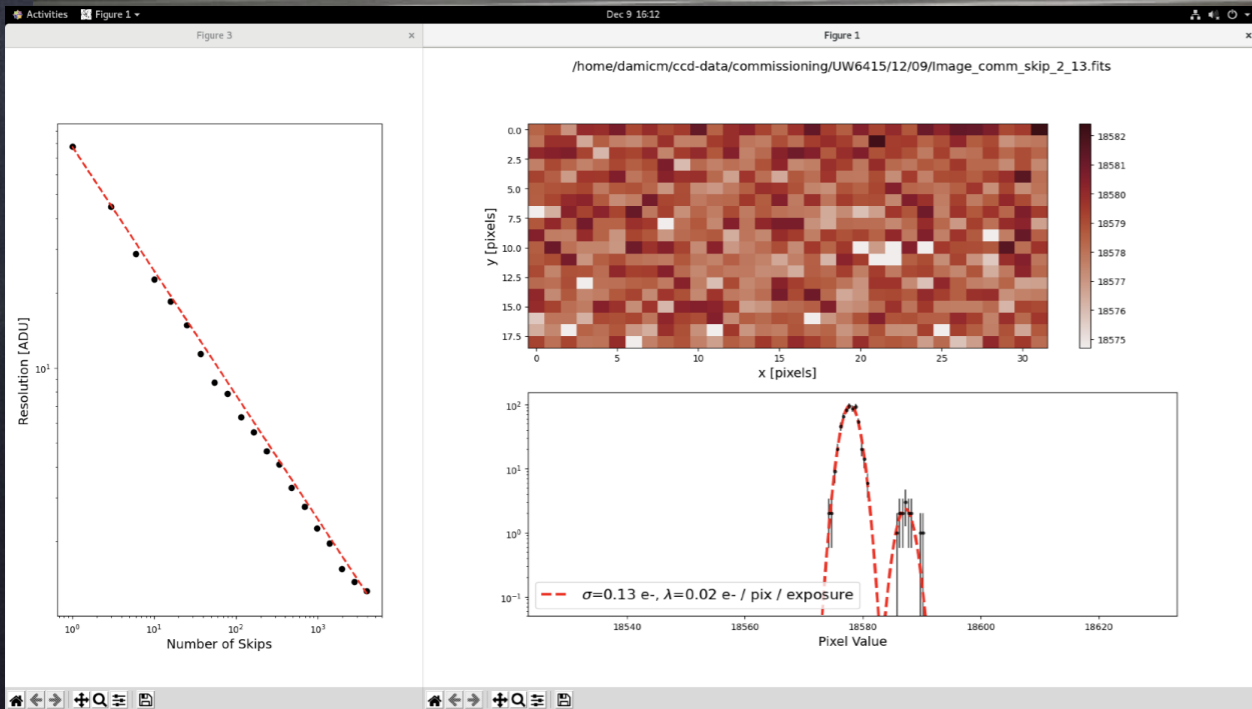
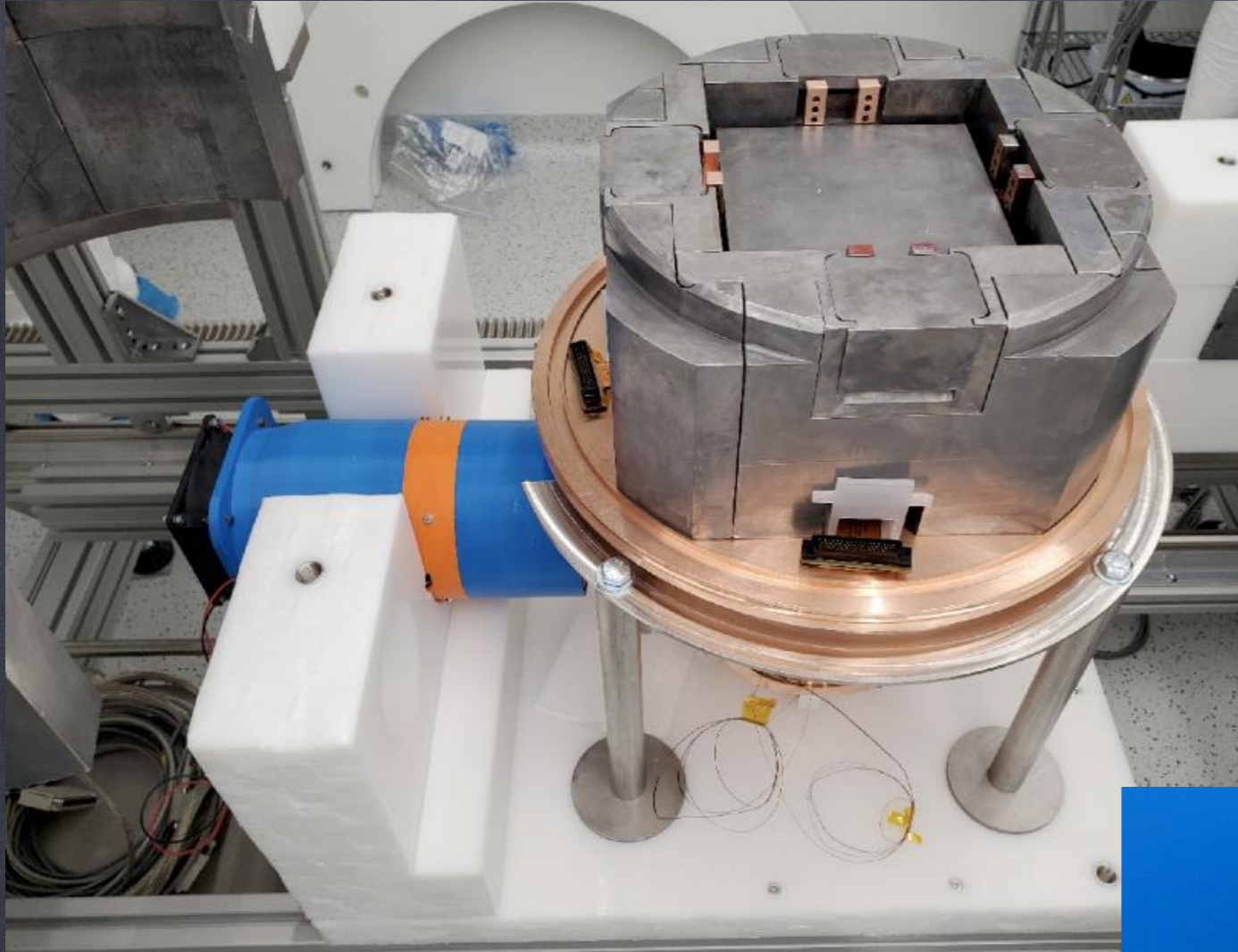
- alpha decay



DAMIC/DAMIC-M

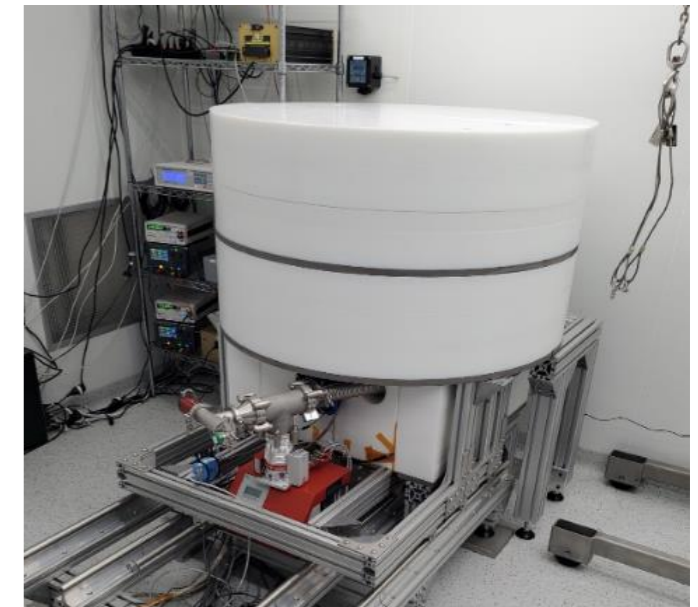
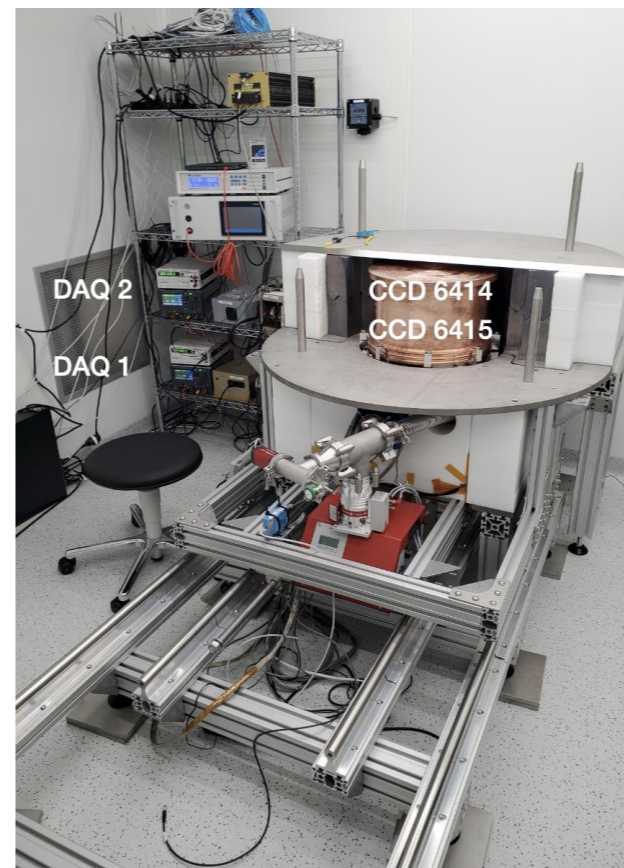
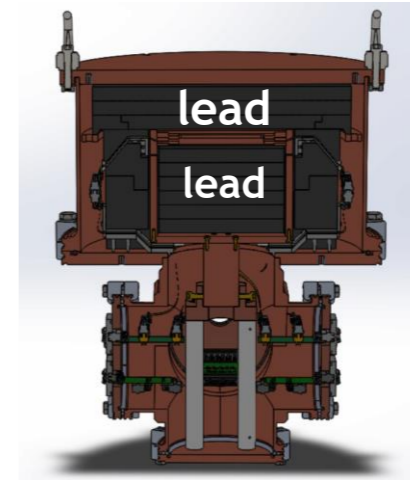
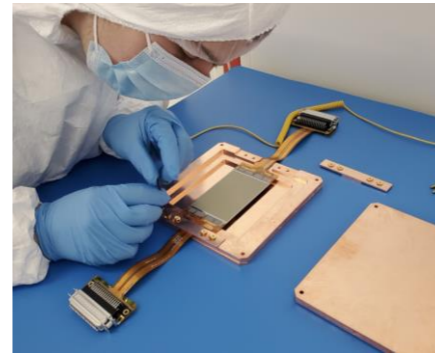


LBC

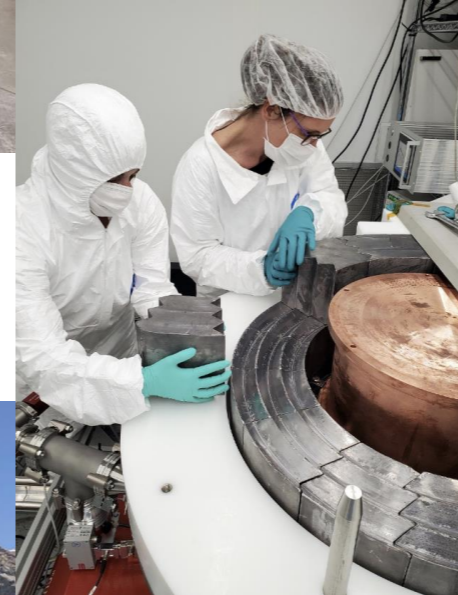
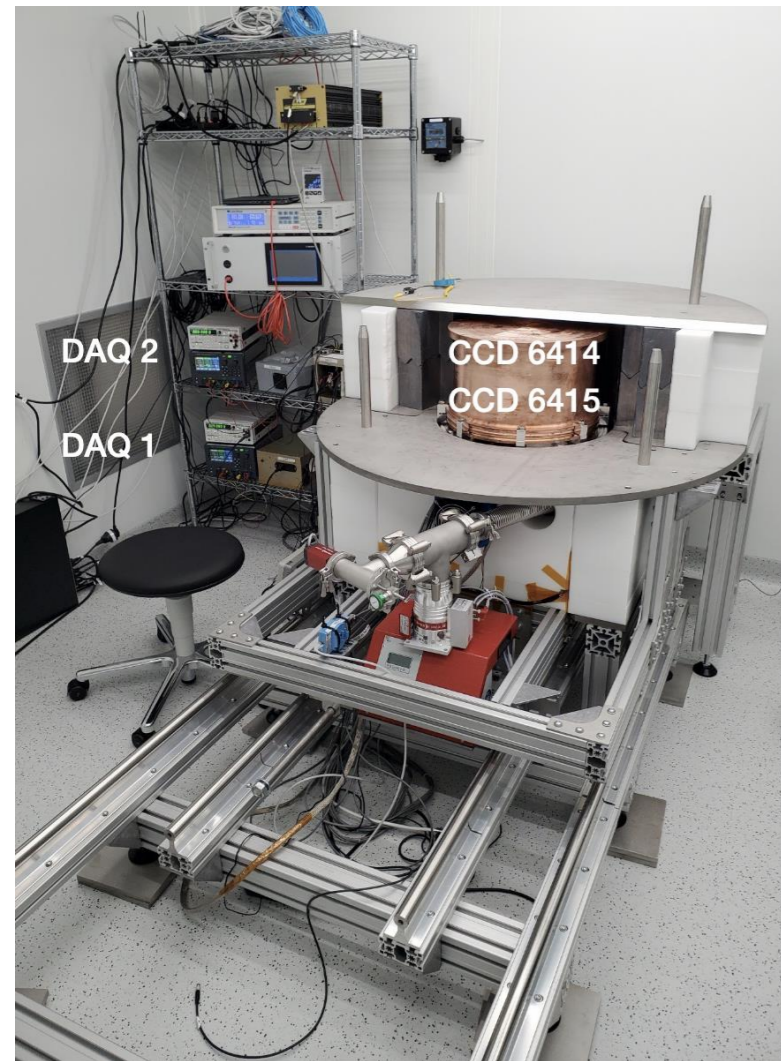


Low Background Chamber at LSM (LBC)

- Prototype goals:
 - Ability to control backgrounds for DAMIC-M, $O(1 \text{ dru})$
 - Validate detector components and subsystems
 - Data to model backgrounds near $2e^-$ threshold at Modane
 - Start probing open light mass dark matter parameter space
- Detector:
 - 2 CCDs, 6k x 4k, $\sim 17\text{g}$ target mass
 - Copper cryostat, IR shield
 - Layered poly+lead shielding, innermost layer of ancient lead
 - Air-driven cryocooler and vacuum pump
 - Integrate the new electronics and test the overall acquisition system.
- TimeLine
 - Installed at LSM at the end of 2021
 - 1st run collected (with open shielding and 1 CCD)
 - 2nd run ongoing! (with closed shielding & 2 CCDs)
 - next runs: swap the OFHC packaging with an EFCu one



Low Background Chamber





LSC

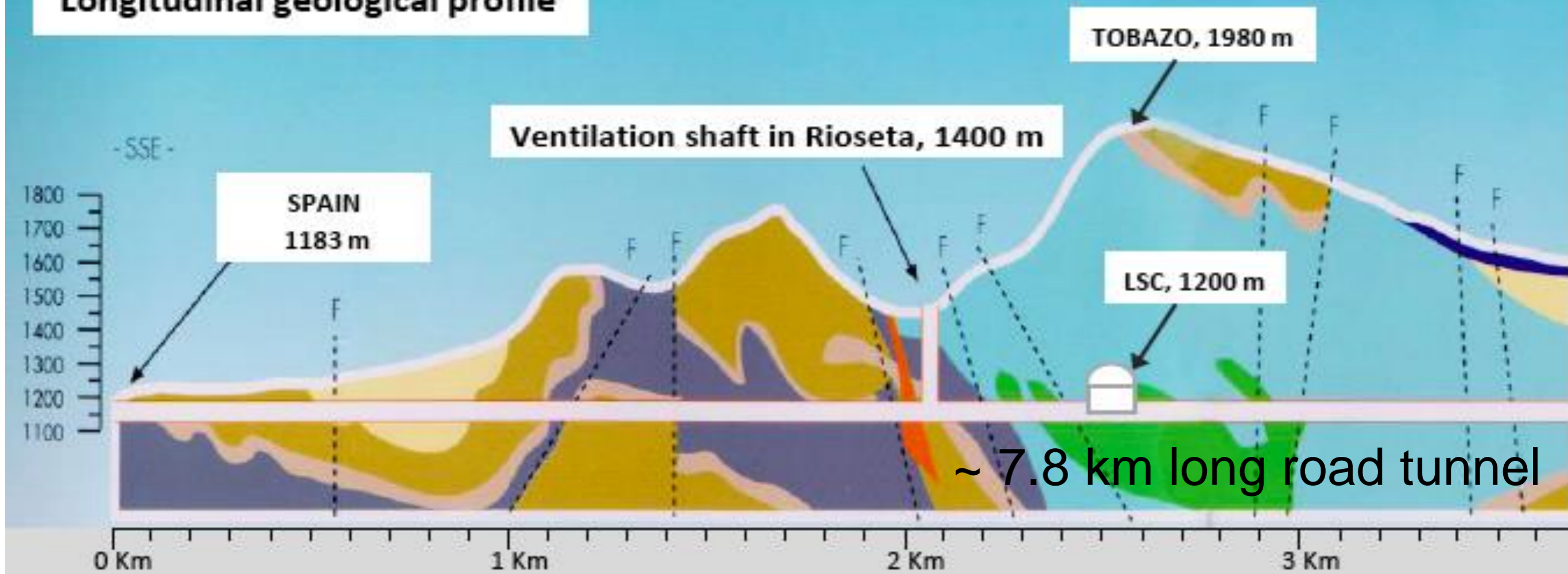
Canfranc Laboratory Location

Laboratorio Subterráneo de Canfranc



LSC main features

Longitudinal geological profile



850 m under mount Tobazo (~ 2500 m.w.e)

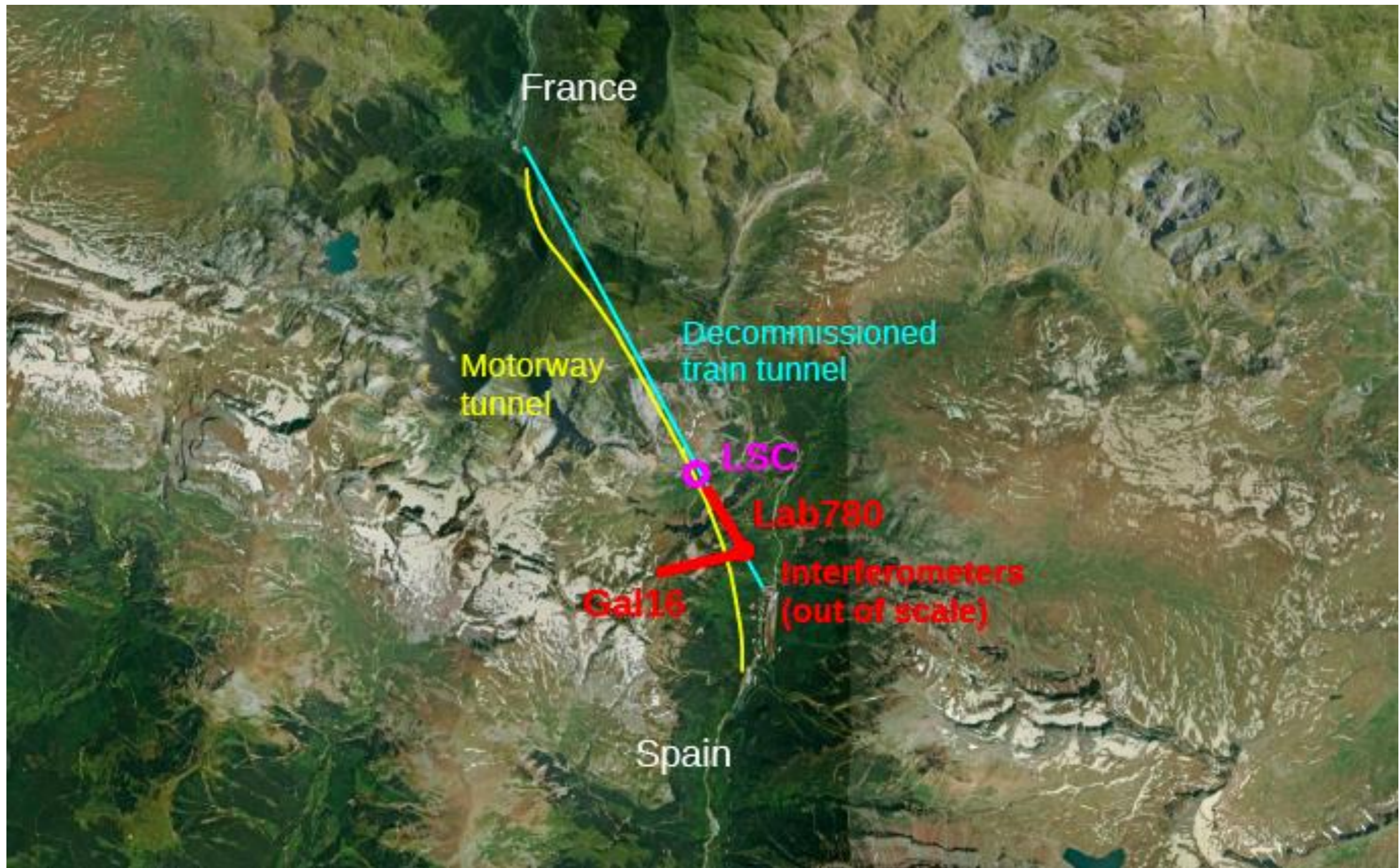
Muon flux $\sim 3 \times 10^{-3} \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$

Inlet air flux $\sim 20000 \text{ m}^3/\text{h}$

Radon level 50 - 80 Bq/m³

Neutron (<10 MeV) $\sim 3.5 \times 10^{-6} \text{ n}/(\text{cm}^2 \text{ s})$

Gamma rays flux $\sim 2/(\text{cm}^2 \text{ s})$



$L=70\text{m}$, $\Delta L/L < 10^{-12}$, bandwidth: 0 Hz to 200 Hz
for $\Delta L/L = 10^{-9}$ $\Delta L = 0.07\mu\text{m}$

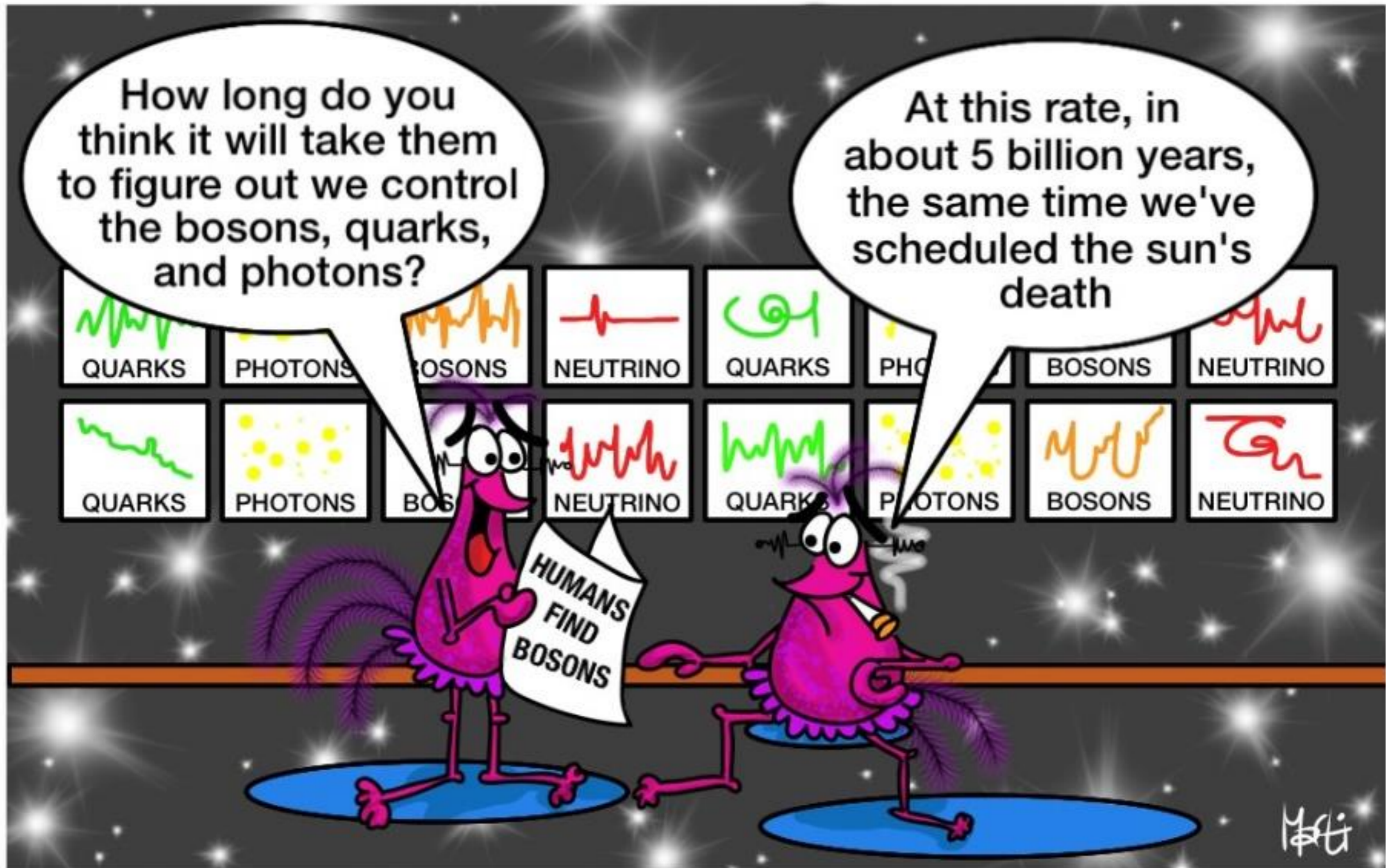
Buildings at LSC on ground



Hall A



JUST OUTSIDE THE BOX



News breaks out at the Universal Control Centre

Materia oscura

¿Seguro que
estamos solos?



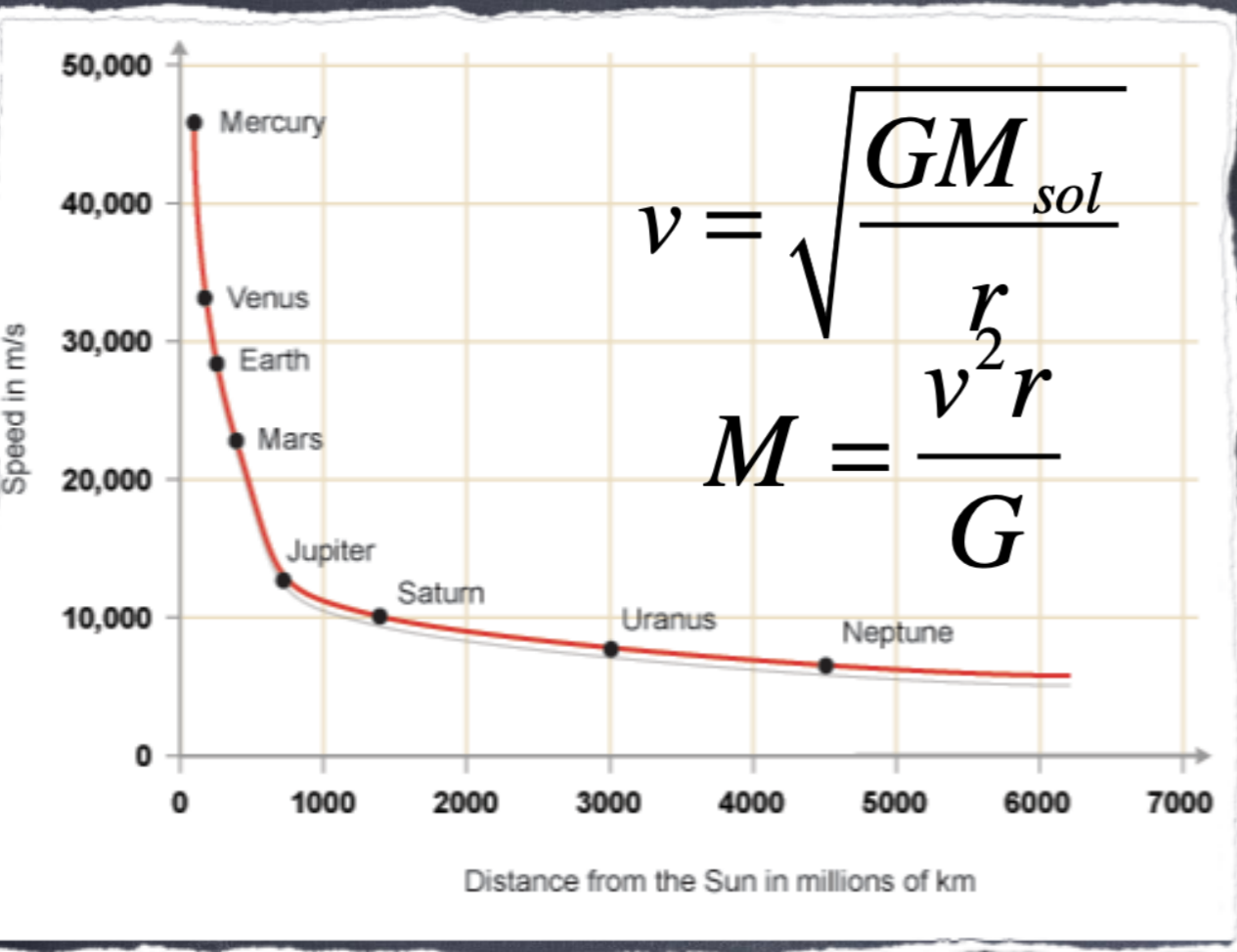
Siento una perturbación en la
fuerza...de la gravedad

Muchas gracias!

Backup slides

bonus material

evidencia de la materia oscura



De las velocidades de los planetas podemos medir la masa del sol

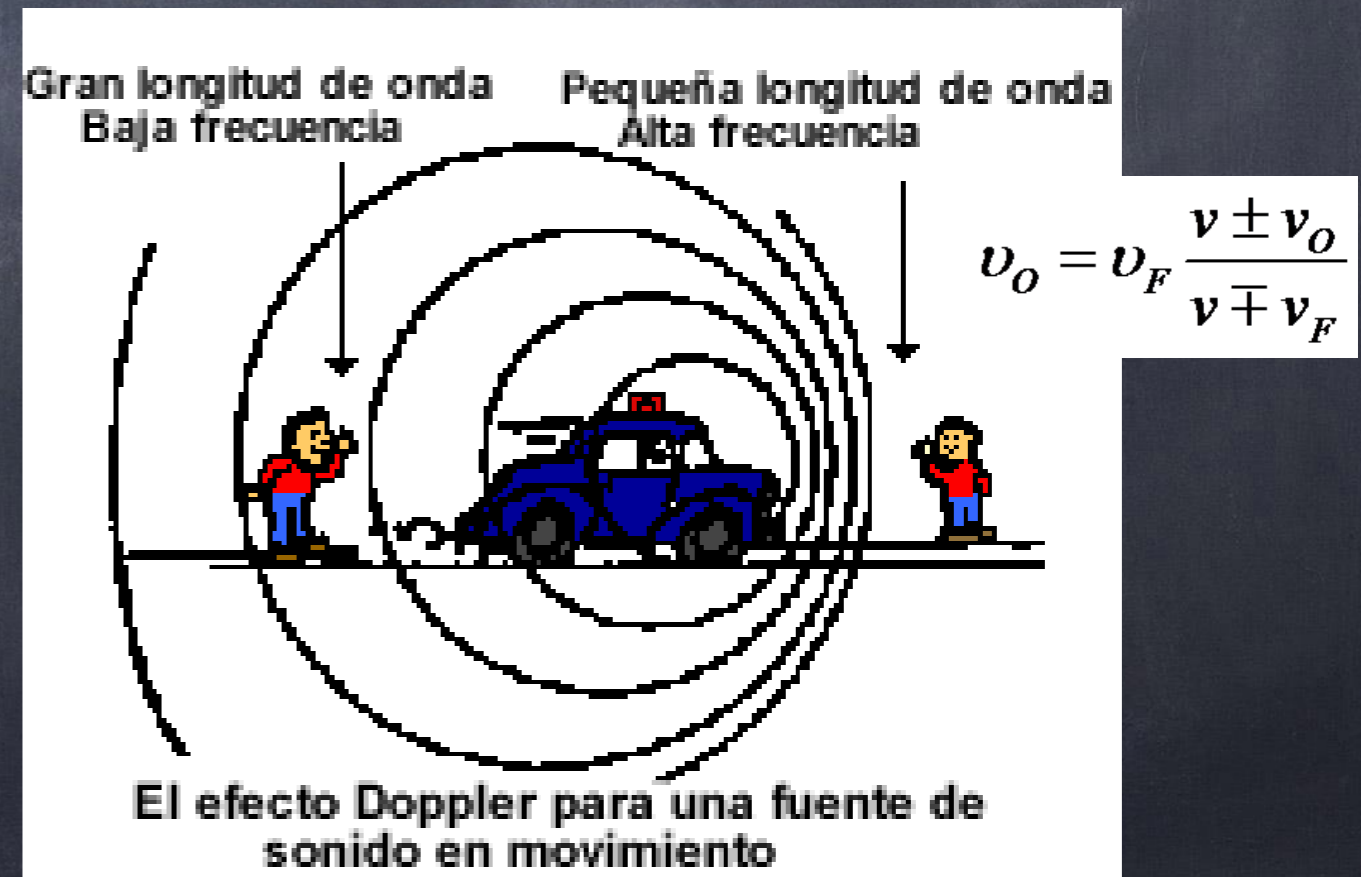
Cuanto mas cercano al sol mas rápido va el planeta a medida que nos alejamos mas lento

Velocidad estrellas dentro de Galaxias



- Medimos la velocidad de las estrellas dentro de las galaxias

- usando el efecto doppler



Velocidad estrellas dentro Galaxias



Medimos la velocidad de las estrellas dentro de las galaxias

usando el efecto doppler

