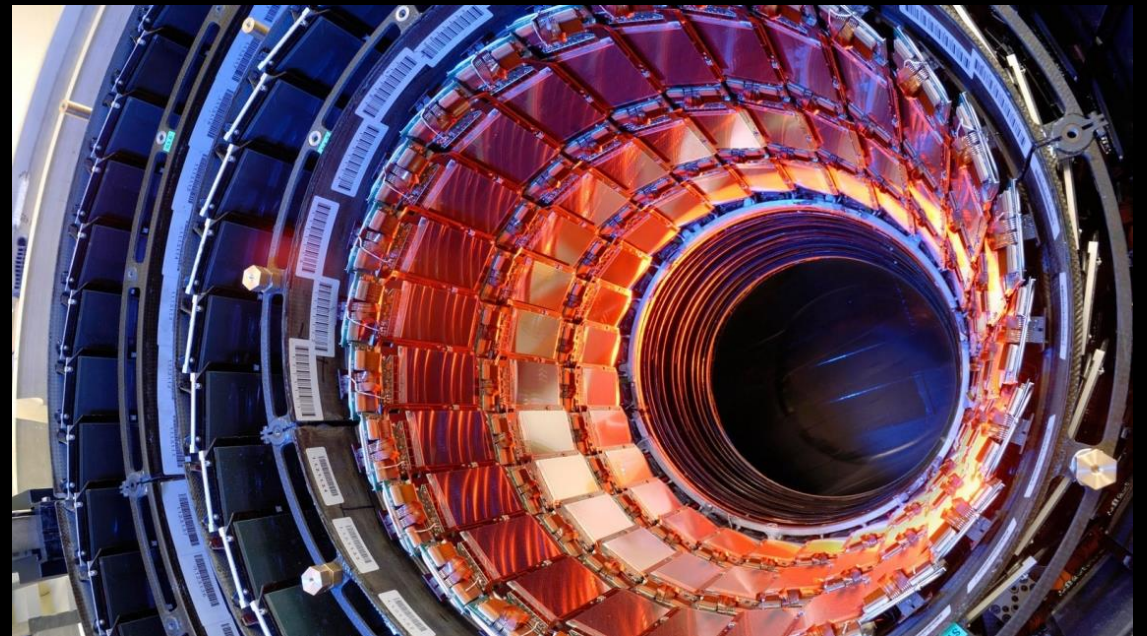
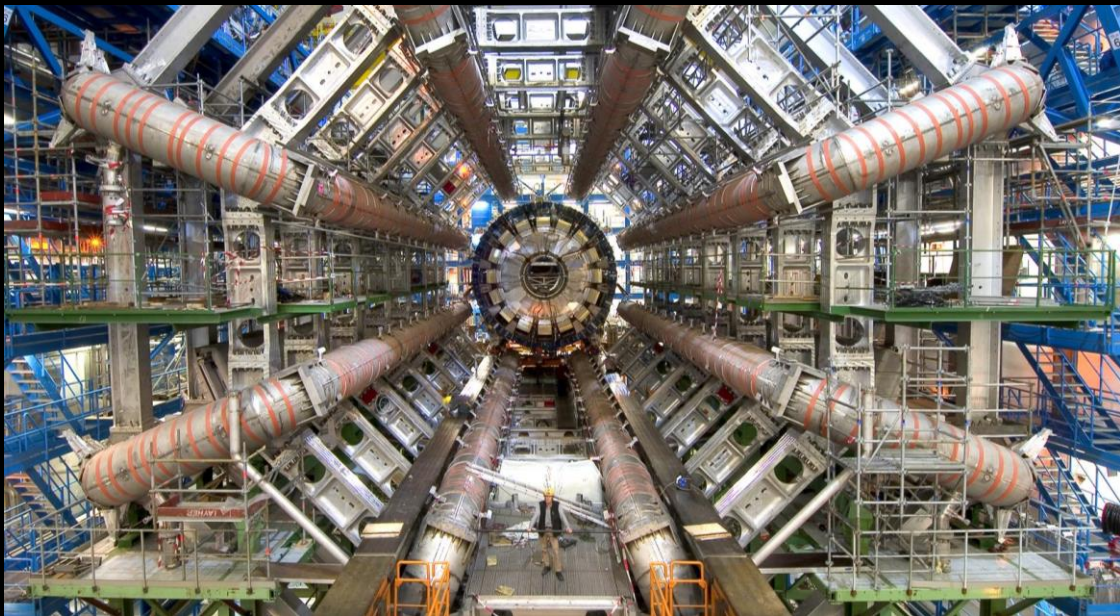
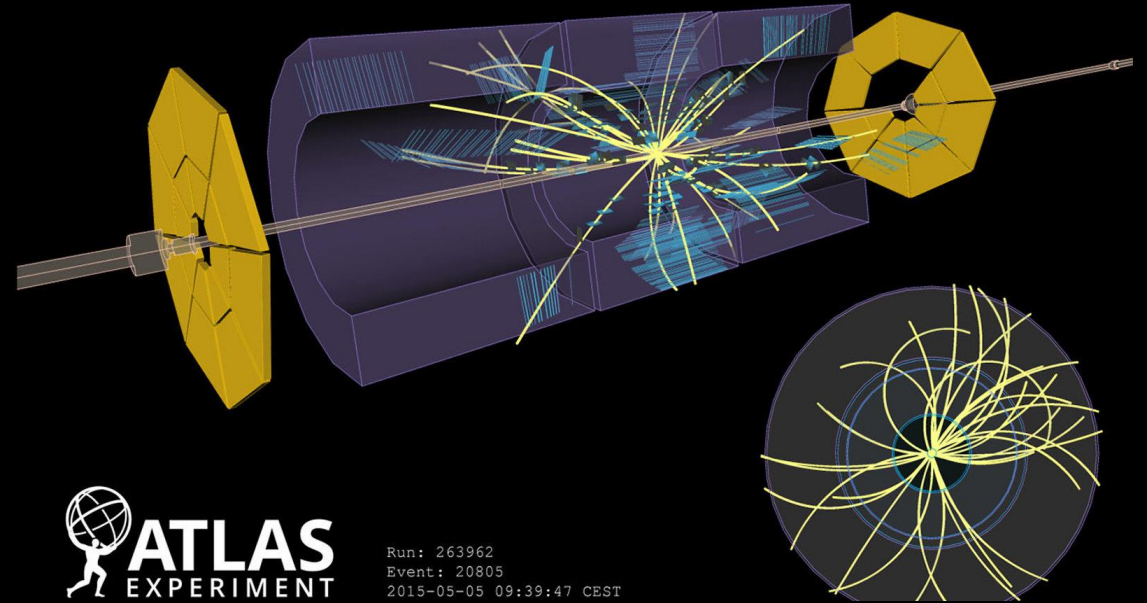
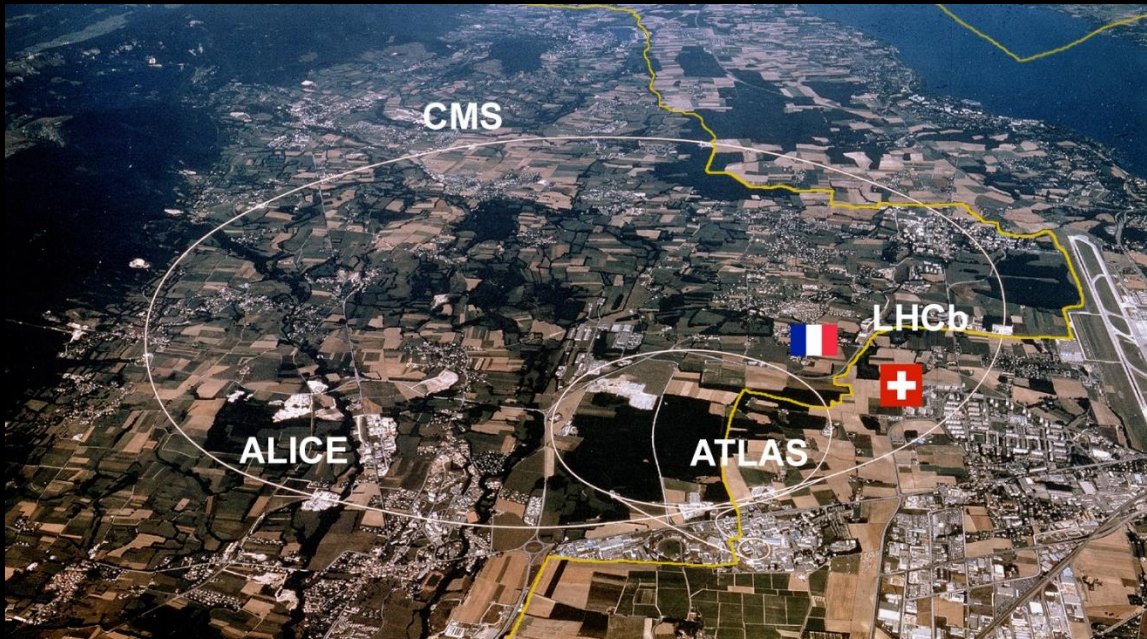


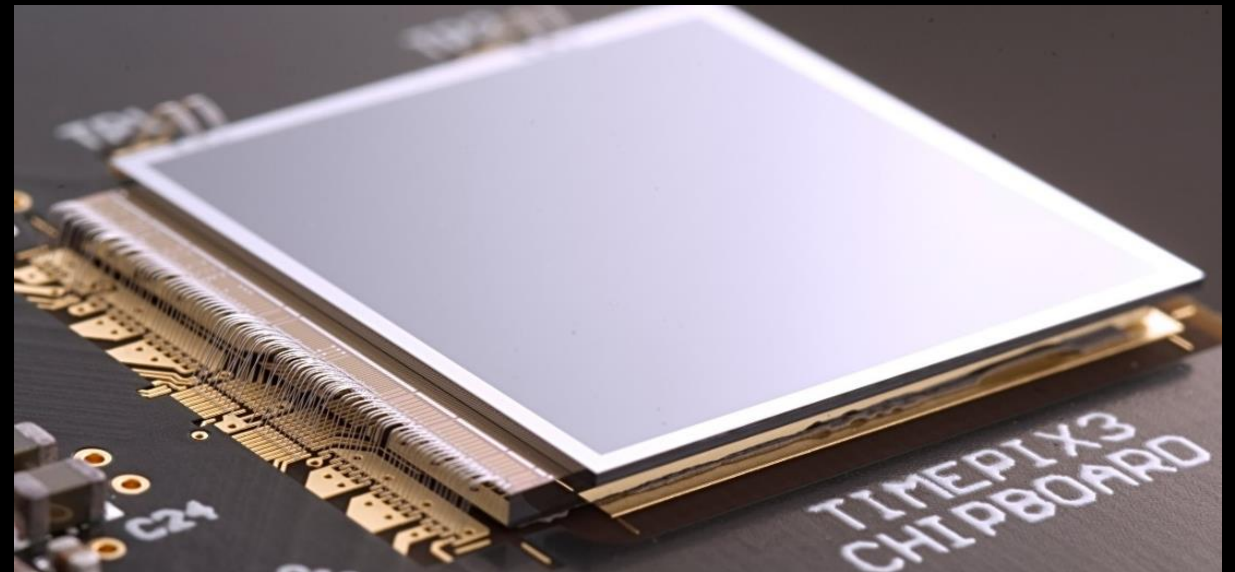
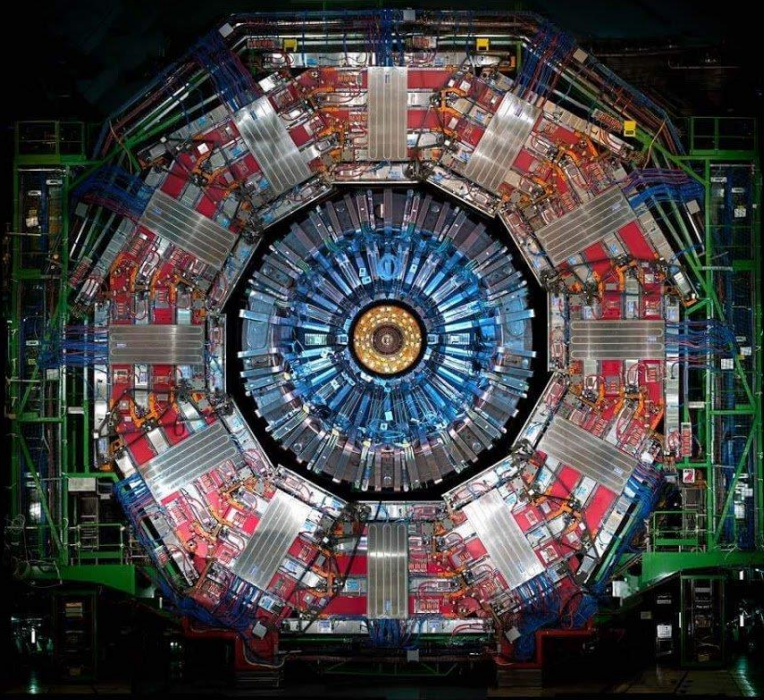
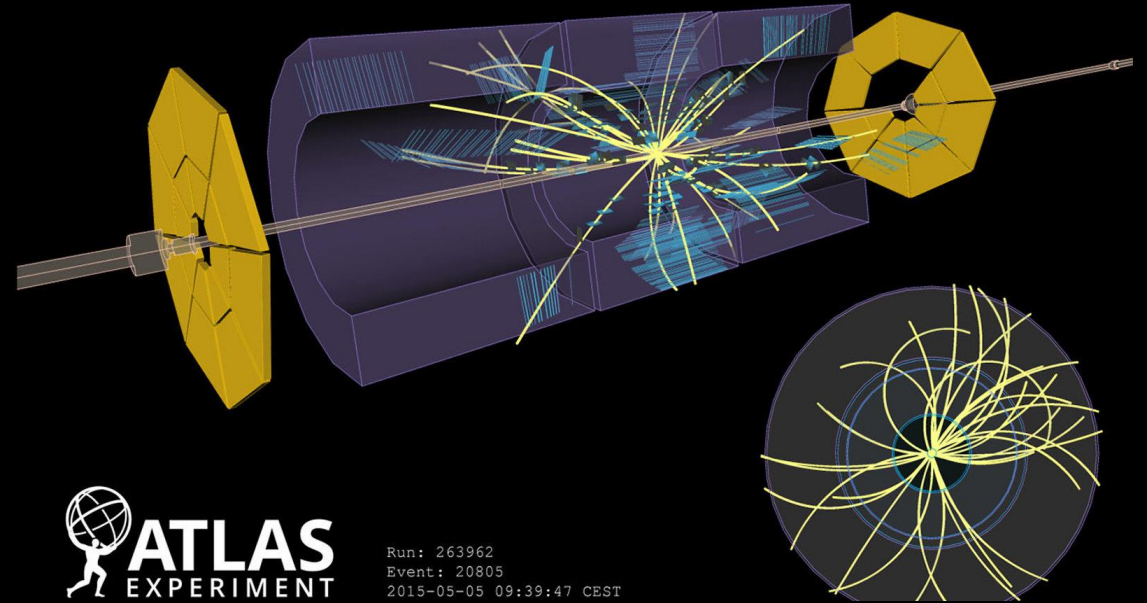
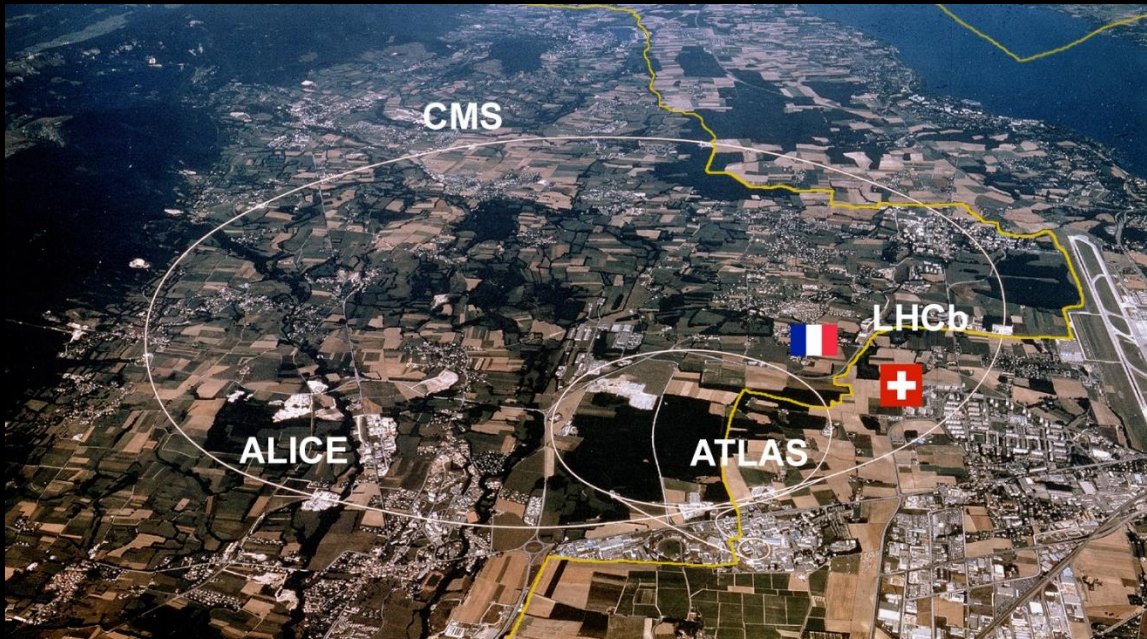
Medipix: Transformando Tecnología de Física de Altas Energías en Innovación Educativa

Rafael Ballabriga Suñé

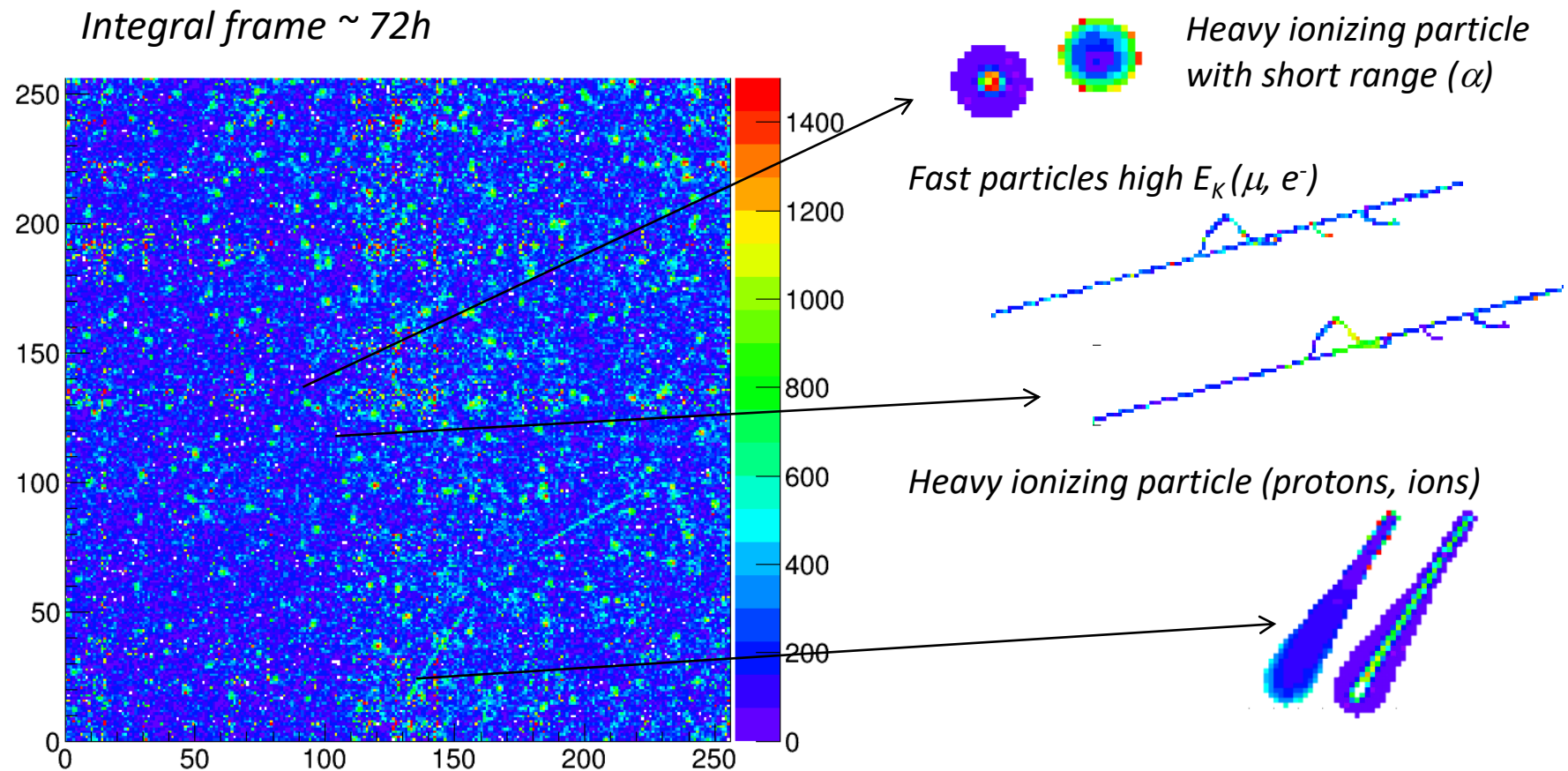
rafael.ballabriga@cern.ch

Sección de Microelectrónica, CERN



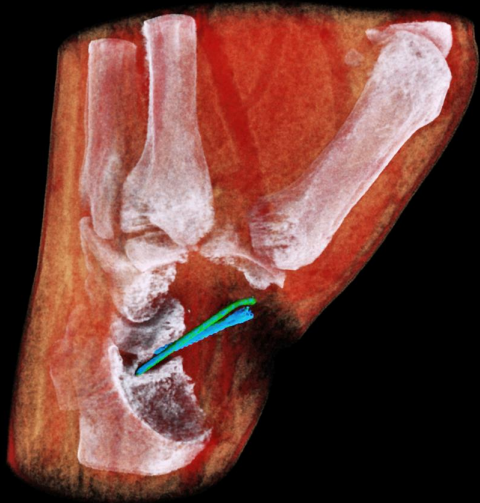


Any particle that creates a signal $>600e^-$ can be detected
... and the shape of the signal tells us about the type of particle

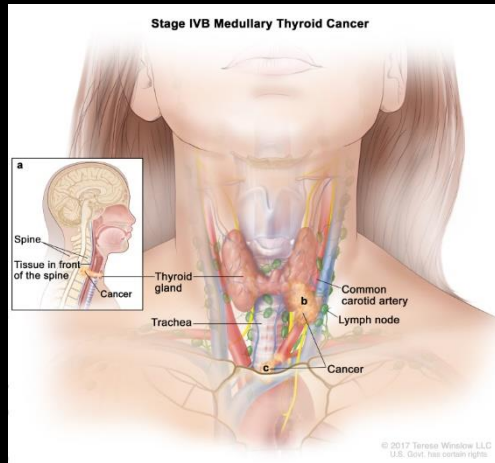


Timepix chip: matrix of 256x256 pixels

Different particles present a different signature in their interaction with the pixelated semiconductor detector



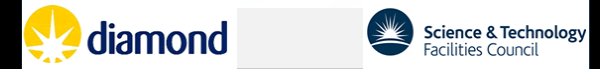
Radiography



Thyroid gland cancer treatment



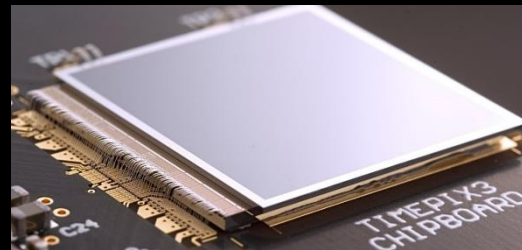
Space dosimetry



Synchrotron



Material analysis



DETECTOR TECHNOLOGY



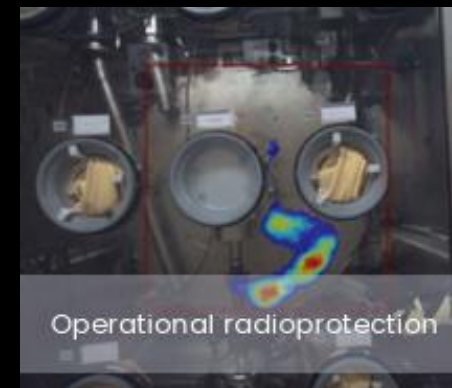
Homeland security



Waste management



Accidental situations



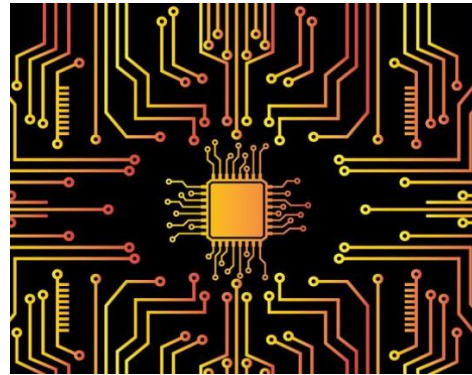
Operational radioprotection



Education



Fundamental research



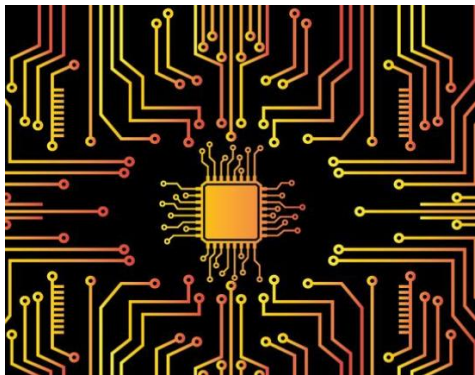
Technology



Spin-back



Spin-off



**Technology
improvements, retention
of know-how, positive
impact on society**



**Industry and other
scientific fields, benefits
in applications, job
creation**



Education



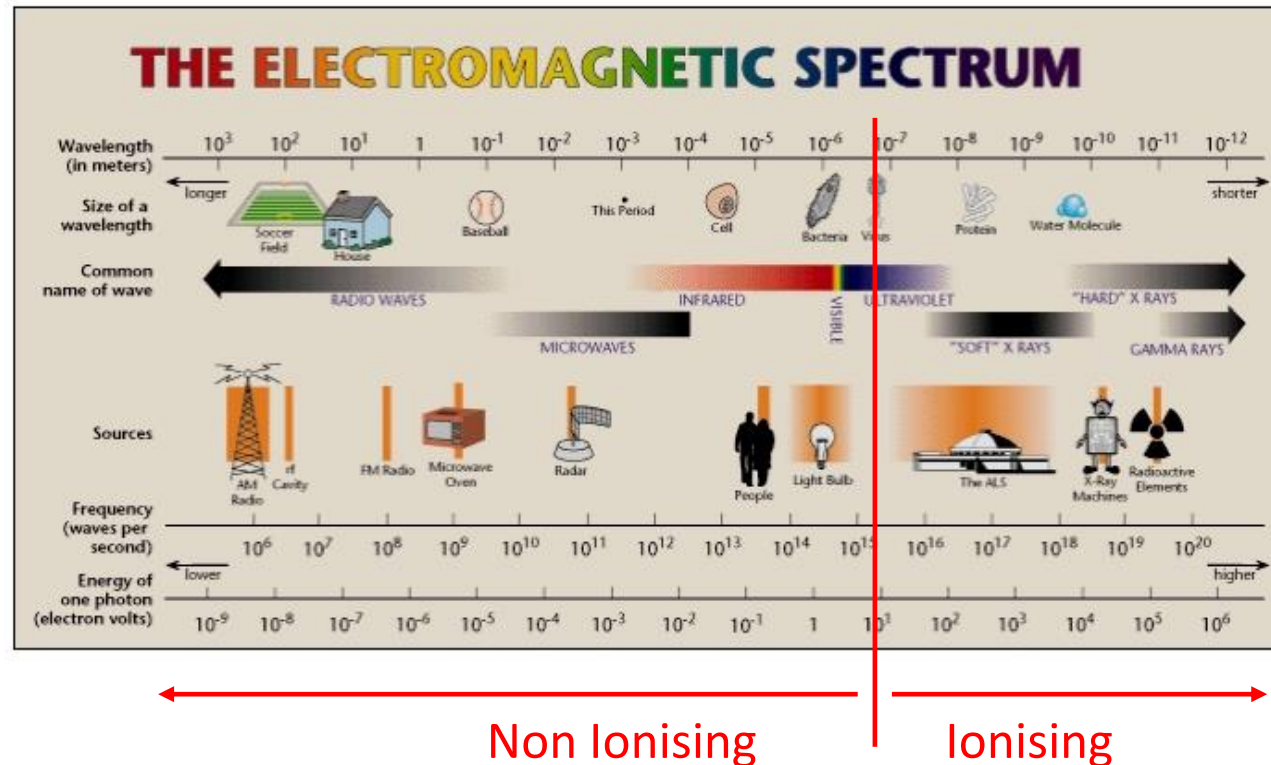
Índice

- Introducción
- Introducción a los detectores de píxeles híbridos
- Colaboraciones Medipix
- Aplicaciones
 - Radiografía
 - Educación
- Resumen

Introducción: La radiación ionizante

La radiación ionizante

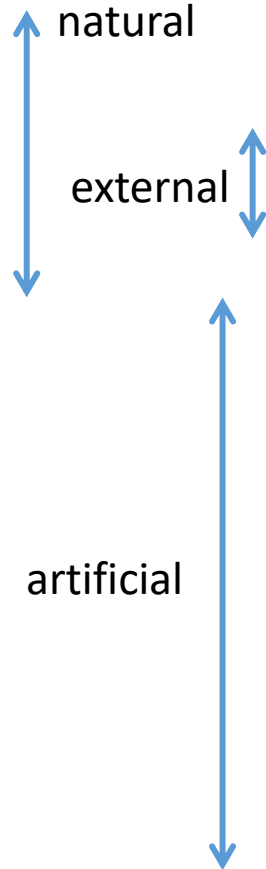
- La radiación es la emisión o propagación de energía en forma de ondas o partículas a través del espacio o de un medio material.
- La radiación ionizante se refiere a un tipo de radiación que posee suficiente energía para eliminar electrones fuertemente ligados de átomos o moléculas, lo que resulta en la creación de iones. Estos iones pueden tener un impacto significativo en tejidos biológicos y otros materiales. La radiación ionizante puede estar en forma de partículas (α , β , muones (μ), neutrones) u ondas electromagnéticas (rayos X, rayos γ).



Sources of Annual Dose to the Population

Average annual human exposure to ionizing radiation in **millisieverts (mSv) per year**

Radiation source	World ^[2]	US ^[3]	Japan ^[4]	Remark
Inhalation of air	1.26	2.28	0.40	mainly from radon , depends on indoor accumulation
Ingestion of food & water	0.29	0.28	0.40	(K-40, C-14, etc.)
Terrestrial radiation from ground	0.48	0.21	0.40	depends on soil and building material
Cosmic radiation from space	0.39	0.33	0.30	depends on altitude
sub total (natural)	2.40	3.10	1.50	sizeable population groups receive 10–20 mSv
Medical	0.60	3.00	2.30	worldwide figure excludes radiotherapy ; US figure is mostly CT scans and nuclear medicine .
Consumer items	–	0.13		cigarettes, air travel, building materials, etc.
Atmospheric nuclear testing	0.005	–	0.01	peak of 0.11 mSv in 1963 and declining since; higher near sites
Occupational exposure	0.005	0.005	0.01	worldwide average to workers only is 0.7 mSv, mostly due to radon in mines; ^[2] US is mostly due to medical and aviation workers. ^[3]
Chernobyl accident	0.002	–	0.01	peak of 0.04 mSv in 1986 and declining since; higher near site
Nuclear fuel cycle	0.0002		0.001	up to 0.02 mSv near sites; excludes occupational exposure
Other	–	0.003		Industrial, security, medical, educational, and research
sub total (artificial)	0.61	3.14	2.33	
Total	3.01	6.24	3.83	millisieverts per year



A 70 kg human body contains about 140 grams of potassium, hence about $0.000117 \times 140 = 0.0164$ grams of ^{40}K ; whose decay produces about 3,850 to 4,300 disintegrations per second (becquerel) continuously throughout the life of the person.

1 banana $\sim 0.1\mu\text{S}$

Radionuclides of concern: Thorium (^{232}Th), Uranium (^{238}U) and (^{40}K) Potassium and their decay products

Radioactive materials, like ^{210}Po and ^{210}Pb are found naturally in the soil and air. They are also found in the high-phosphate fertilizers that farmers use on their crops. Polonium-210 and lead-210 get into and onto tobacco leaves and remain there even after the tobacco has been processed.

mSv is a unit for equivalent dose intended to represent the health risk of ionizing radiation.

Equivalent dose (H) = Absorbed dose (D) [joules/kilogram] x Quality factor (Q)

Q=f(radiation type, biological context) (ex. $W\alpha$ particle=20x W photon.)

In the US and Japan artificial exposure is, on average, greater than the natural exposure, due to greater access to medical imaging

Introducción: La radiación ionizante



- La radiación ionizante está presente en el ambiente sin que necesariamente haya una fuente radioactiva artificial.
- La dosis se calcula a partir de aplicar un factor de calidad que depende del contexto biológico y del tipo de partícula.

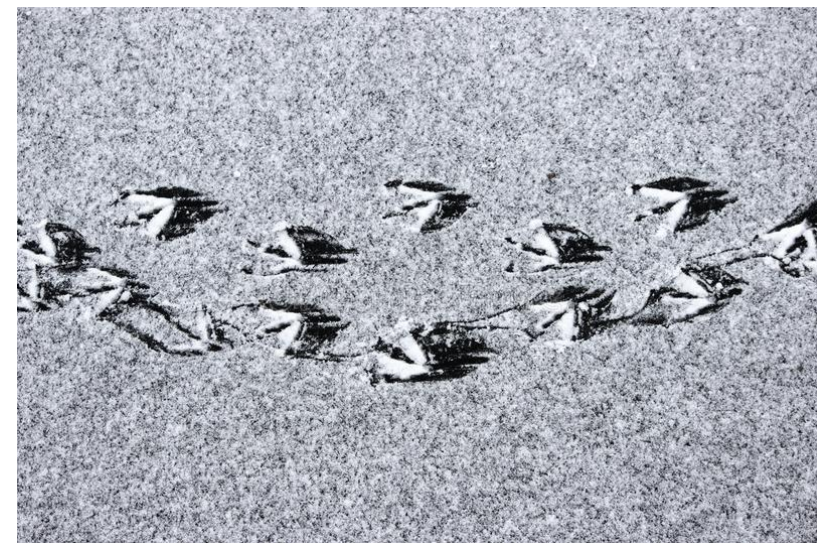
Introducción: La detección de partículas

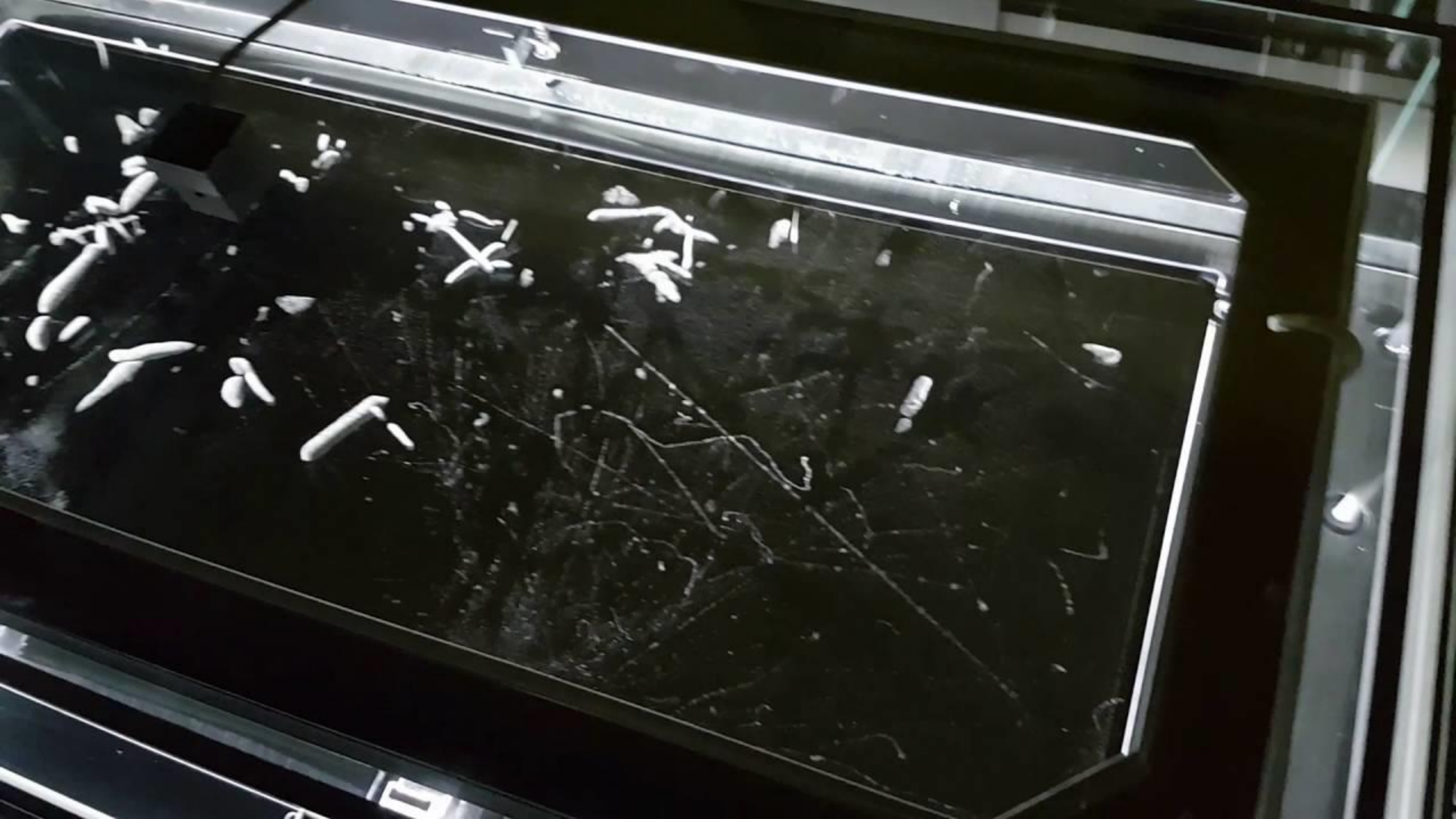


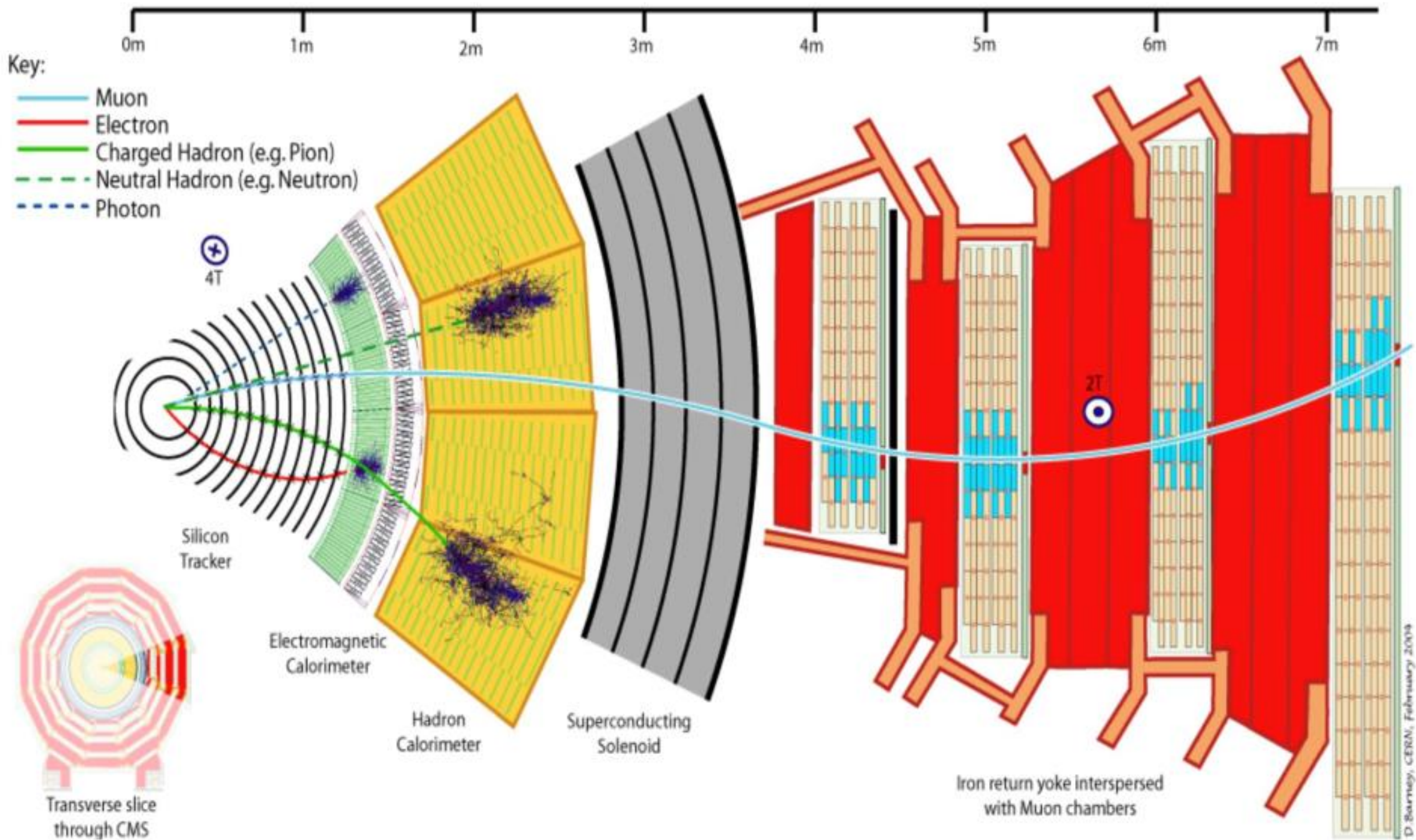
"Detector: instrumento que sirve para descubrir la presencia de algo a través de indicios"

Detección de partículas

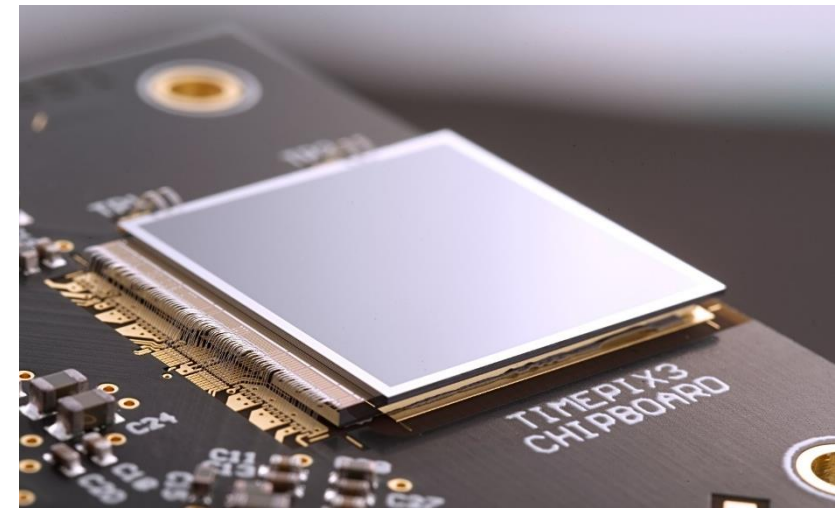
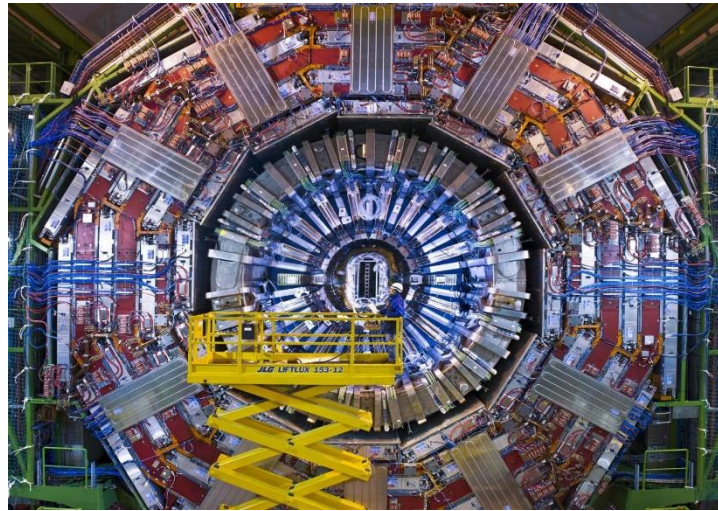
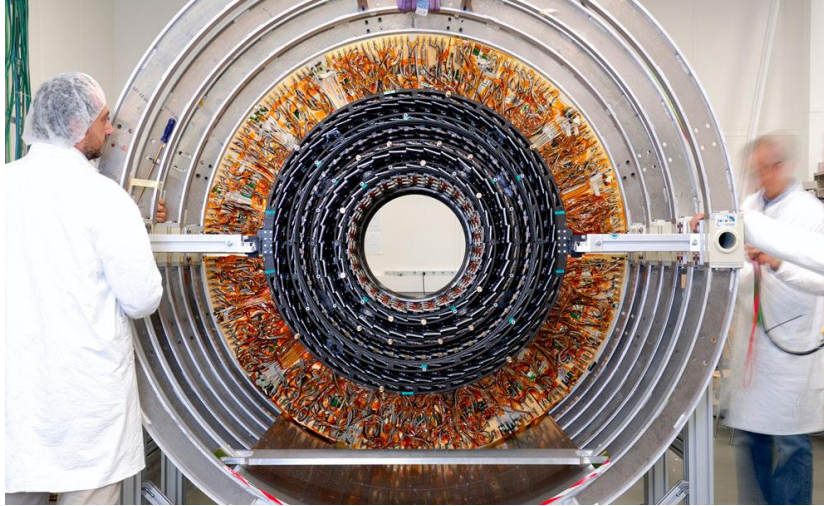
- Podemos reconocer las partículas por sus "huellas"
- Estas huellas indican de qué **tipo** de partícula se trata, su **energía**, la **carga eléctrica**, el punto donde se creó y su **trayectoria**
- Las huellas dependen no solo del tipo de partícula sino también del material del detector







Detectores de trazas



Especificaciones de los detectores de trazas (tracking detector):

- Procesado individual de la señal depositada en el sensor para cada partícula
- Asignación de las partículas al instante de la colisión (25ns/40MHz)
- Resolución espacial del orden de decenas de micrómetros
- Masa mínima
- Bajo consumo de potencia
- Resistencia a la radiación

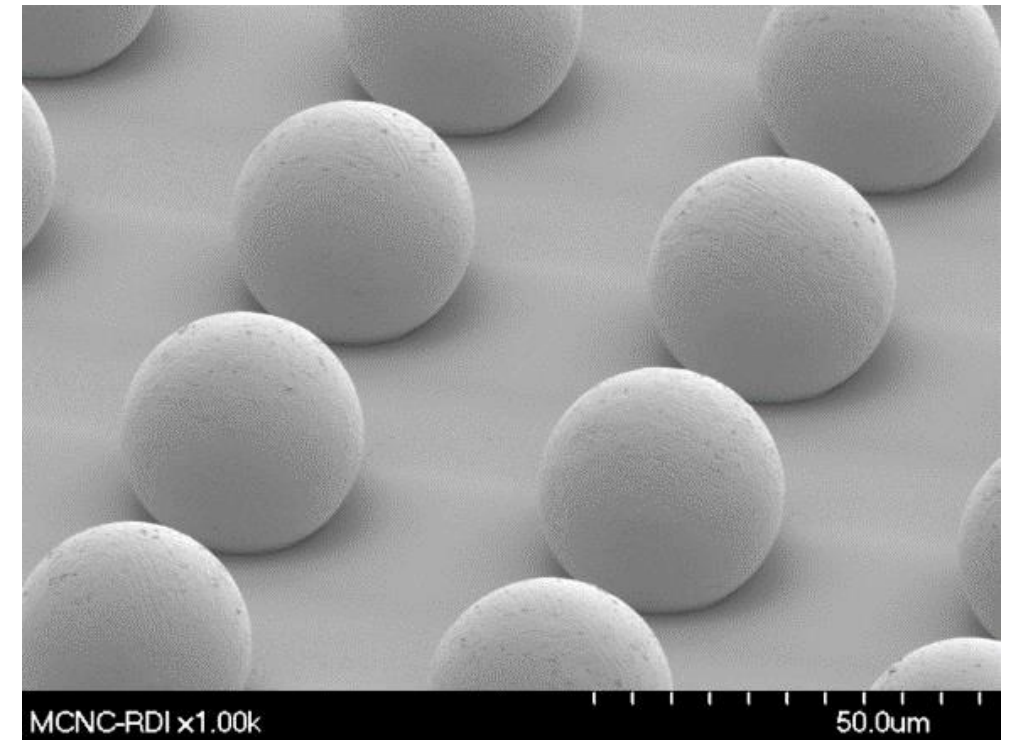
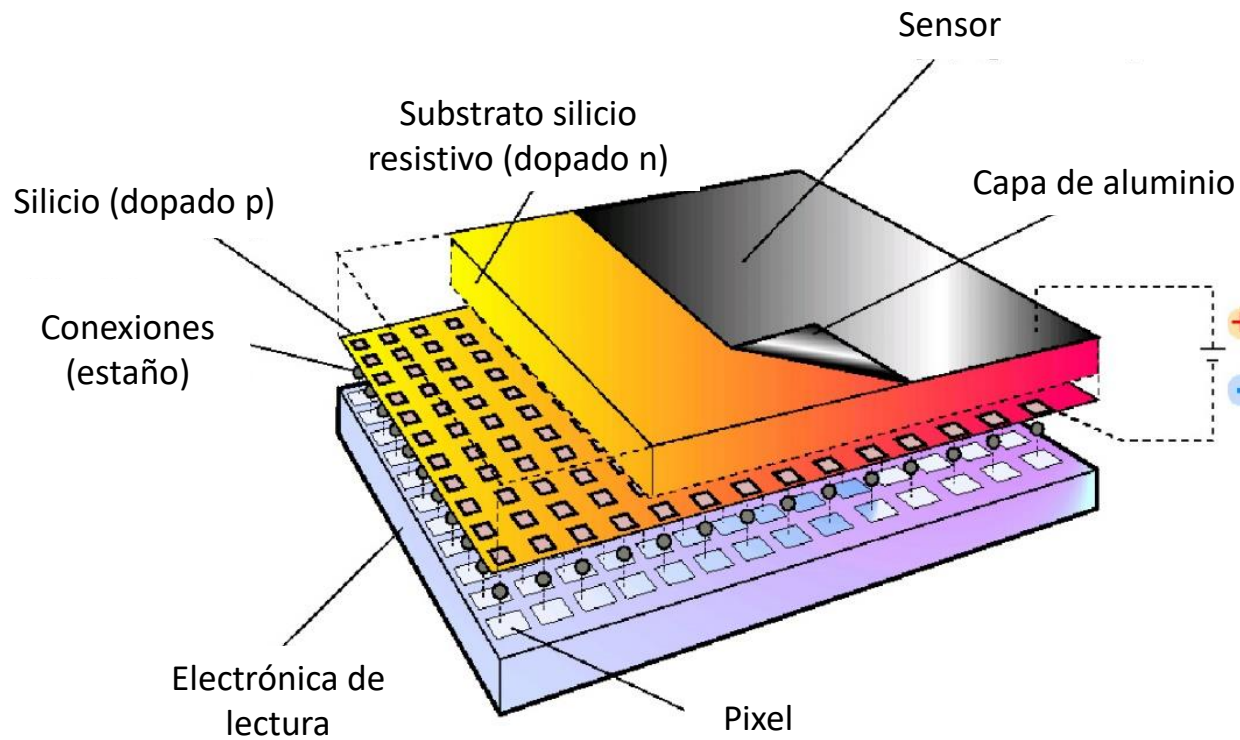
Actualmente solamente la tecnología de pixeles híbridos cumple con estas especificaciones

Introducción: La detección de partículas



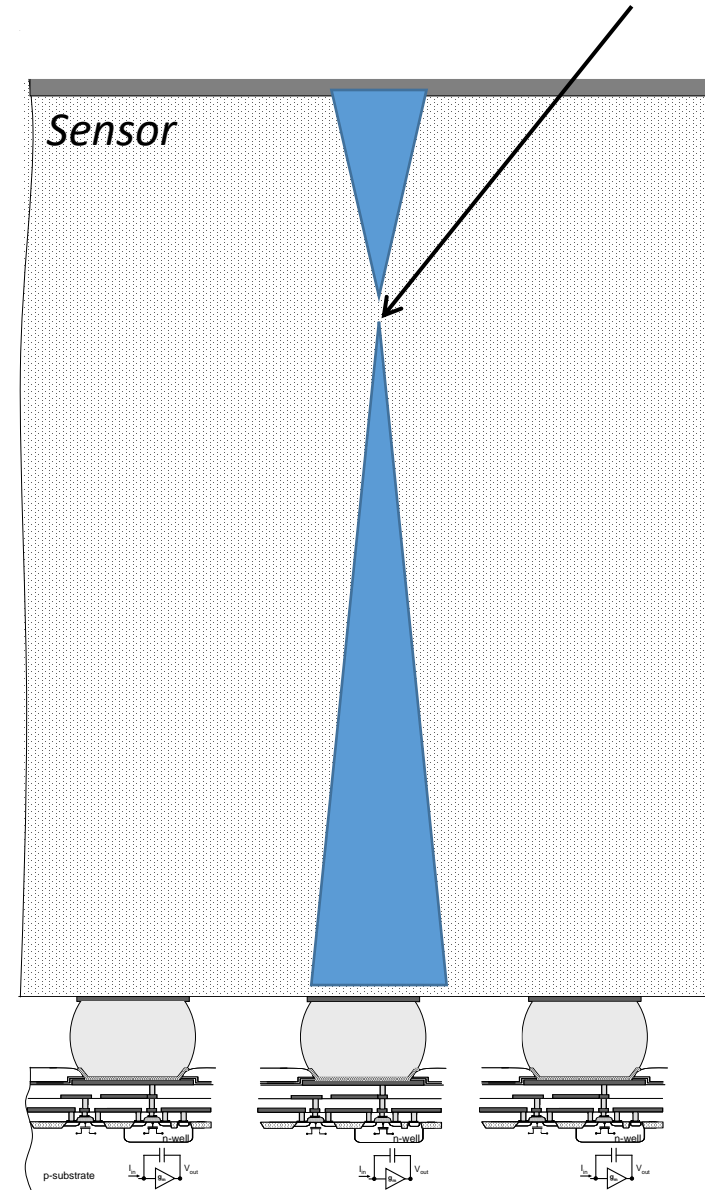
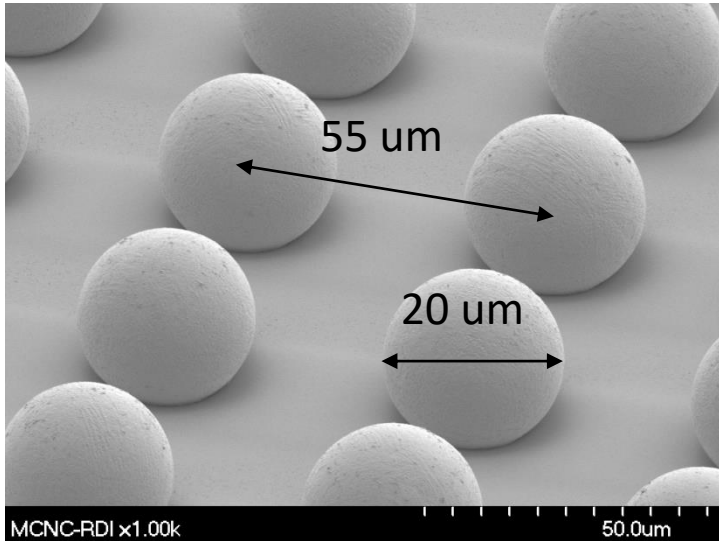
- No podemos ver las partículas, pero podemos descubrir su presencia a través de las huellas que dejan en un material detector.
- Cada partícula tiene una forma "característica" de interactuar al pasar por un material.
- Podemos utilizar esta característica para la identificación de partículas.

Introducción a los detectores de píxeles híbridos



- Un detector de píxeles híbrido es una matriz de elementos microscópicos sensibles a la radiación cada uno de los cuales está conectado a su propia electrónica de lectura
- El sensor y la electrónica están implementados en sustratos diferentes y se pueden optimizar por separado

Los detectores híbridos



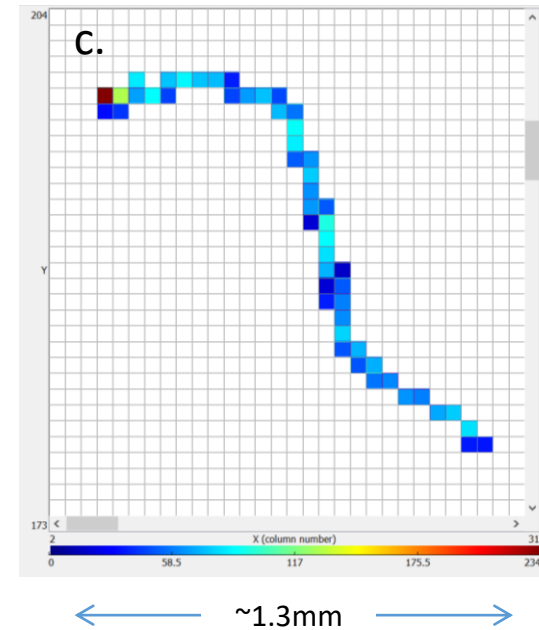
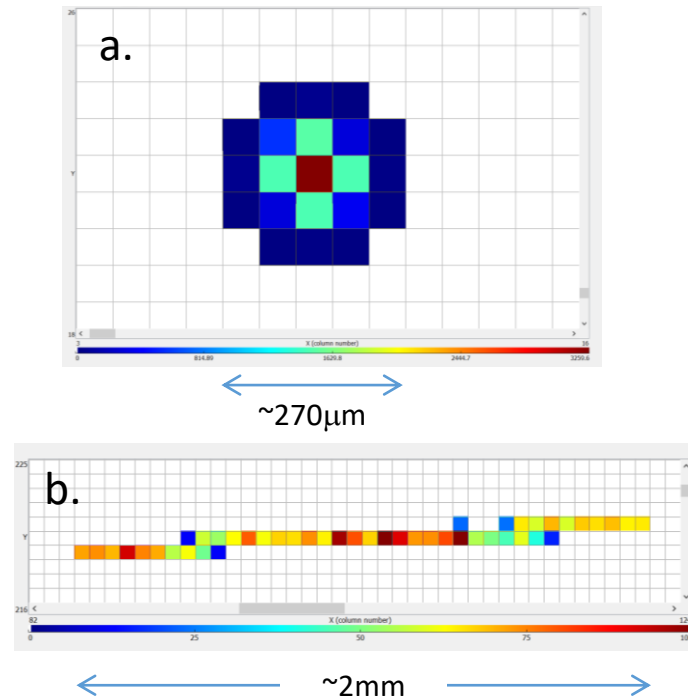
Electrónica de lectura

Information from the incoming beam

- The number of particles deposited during a given exposure time
- The energy deposited by an individual particle
- The time of arrival of the particle

Information from the incoming beam

- The number of particles deposited during a given exposure time
- The energy deposited by an individual particle
- The time of arrival of the particle
- The incoming type of particle, based on the shape of the cluster of pixels responding to a single charge deposition event

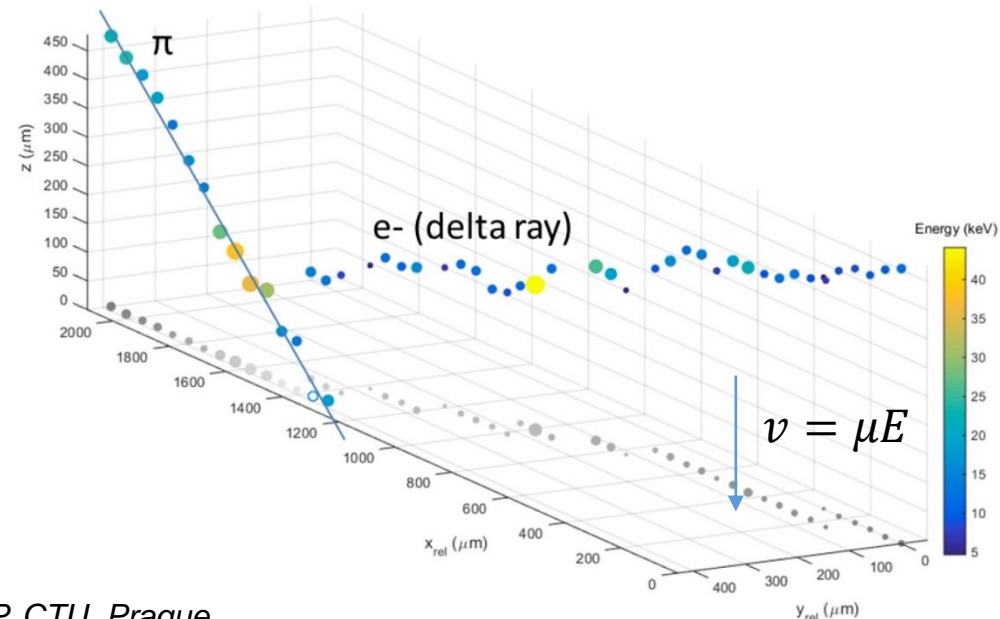


a. Alpha particle, b. Muon, c. Electron
Timepix data, $55\mu\text{m}$ pixels

Information from the incoming beam

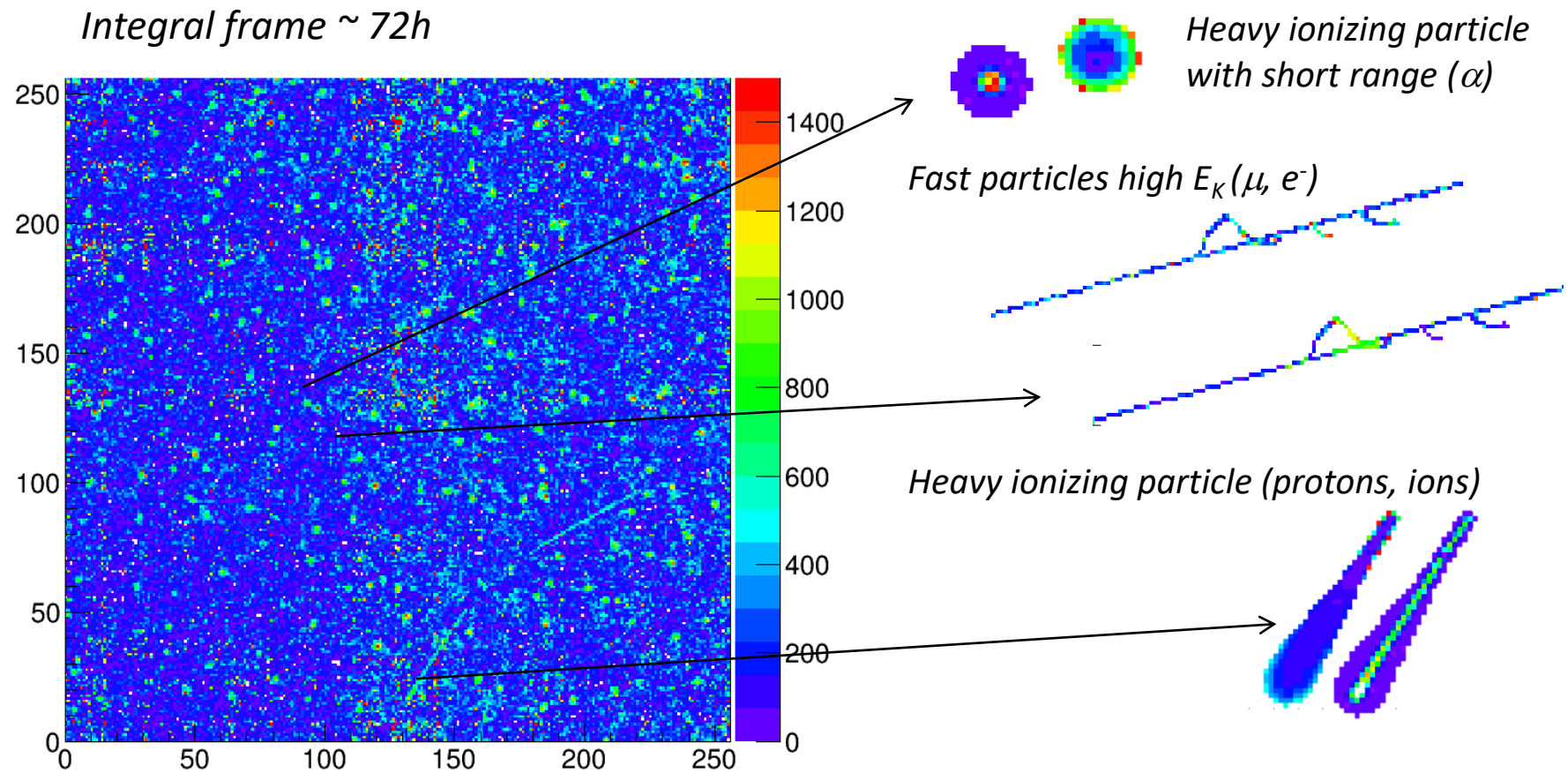
- The number of particles deposited during a given exposure time
- The energy deposited by an individual particle
- The time of arrival of the particle
- The incoming type of particle, based on the shape of the cluster of pixels responding to a single charge deposition event
- The angle of incidence of the incoming charged particle based on the difference in the induced signal time of the drifting charge in the different pixels

60 deg
p+ in n Si sensor, Timepix3
500 μ m thick
 $V_{\text{bias}} = 130\text{V}$
Colour (and diameter) indicate charge
Measured z resolution $\sim 50\mu\text{m}$



Demostración

Energy and time measurements with cosmic particles



Timepix chip: matrix of 256x256 pixels

Different particles present a different signature in their interaction with the pixelated semiconductor detector

Introducción a los detectores de píxeles híbridos



- Un detector de píxeles híbrido consiste en un sensor segmentado conectado a la electrónica de lectura.
- El sensor convierte la energía depositada por la partícula (total o parcialmente) en señal eléctrica y la electrónica de lectura procesa esa señal.
- Podemos medir muchas de las características del haz incidente (modo cámara, tiempo, energía, tipo de partícula).
- Los chips se fabrican con dispositivos electrónicos elementales que llamamos transistores, cuyas dimensiones son del orden de decenas de nanómetros.

Las colaboraciones Medipix







Groenlandia

Finlandia

Rusia

Canadá

Estados Unidos

México

Islandia

Suecia

Noruega

Reino Unido

Polonia

Ucrania

España

Italia

Kazajistán

Mongolia

Turquía

Afganistán

China

Corea del Sur

Japón

Argelia

Libia

Egipto

Irak

Irán

Pakistán

Tailandia

Mali

Niger

Sudán

Arabia Saudita

India

Indonesia

Nigeria

Etiopía

India

Indonesia

Papúa Nueva Guinea

Venezuela

Colombia

Brasil

Perú

Bolivia

Chile

Argentina

Mali

Niger

Sudán

Chad

Angola

Kenia

Tanzania

Namibia

Botsuana

Madagascar

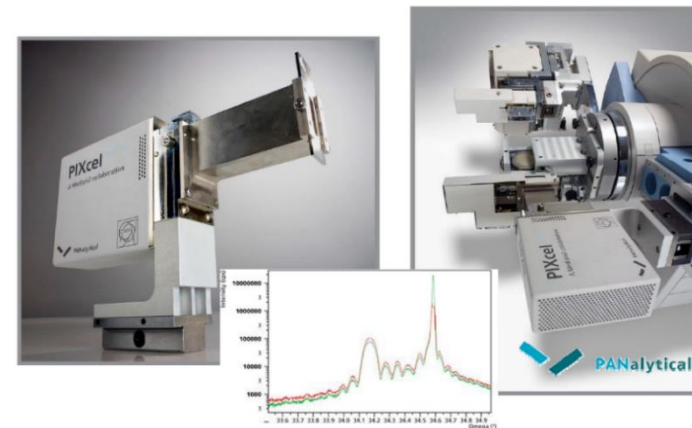
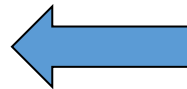
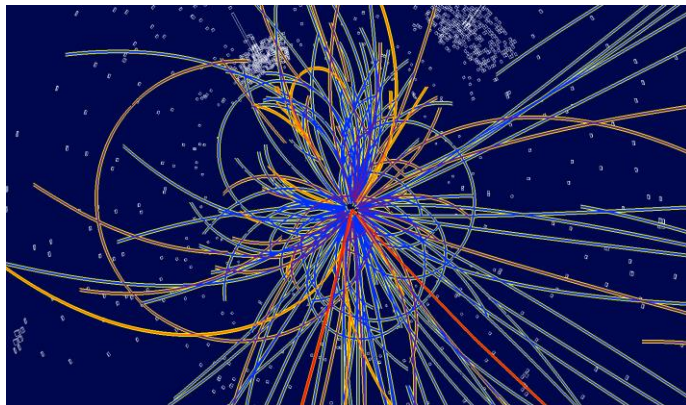
Sudáfrica

Australia

Nueva Zelanda

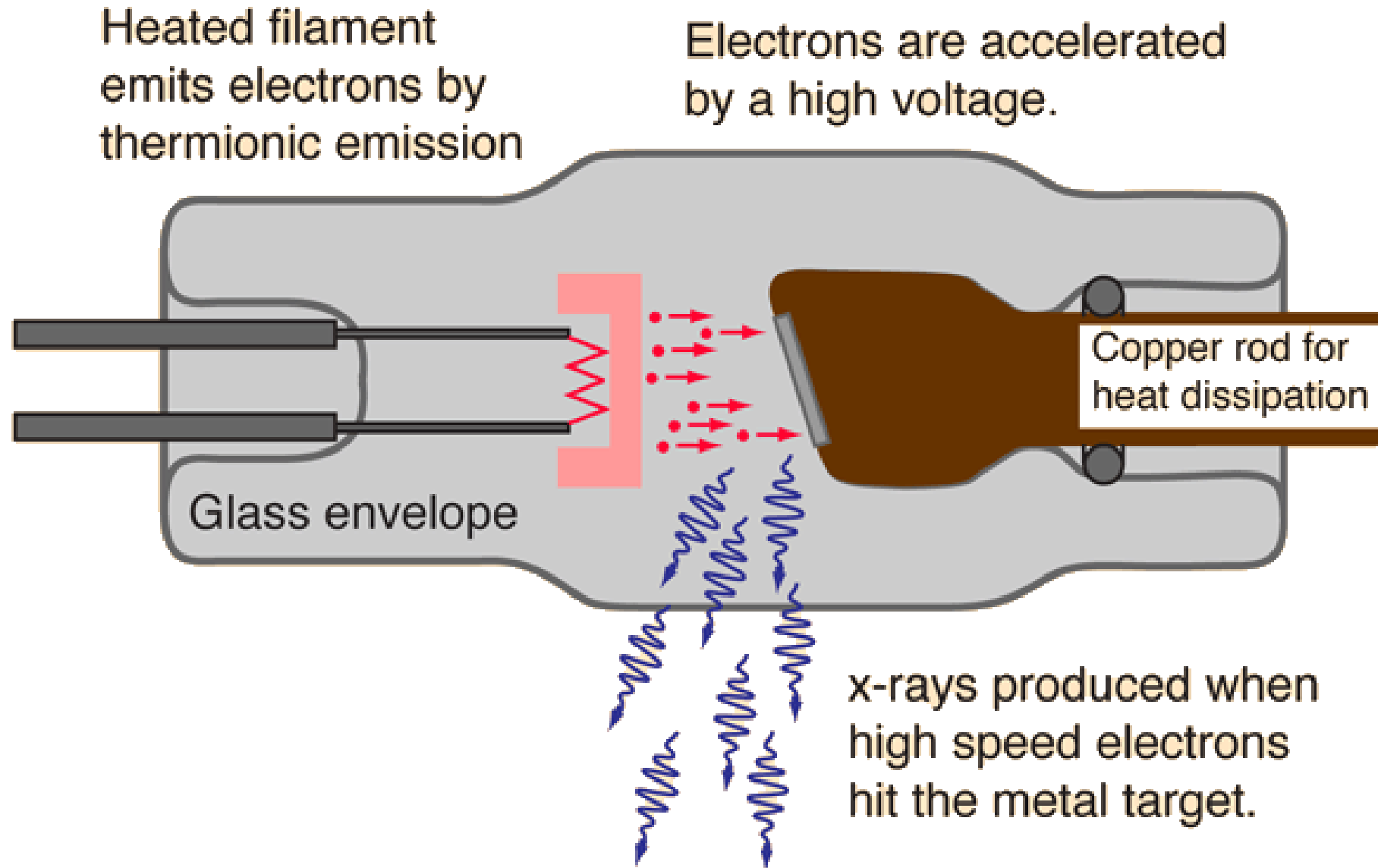
Las colaboraciones Medipix

- Se crearon para desarrollar detectores de píxeles híbridos y sus aplicaciones
 - Chips Medipix: procesado rápido de la información en el pixel
 - Chips Timepix: procesado “off-line” (más información por evento, flujo de partículas inferior)
- ¡Science driven!
- Los chips están diseñados en la sección de microelectrónica del CERN
- Los colaboradores desarrollan sistemas de lectura e instalan los sistemas de detectores en sus aplicaciones
- Cuando los sistemas están bien caracterizados se pueden dar licencias de comercialización (e.g. Medipix3: 2 licencias de exclusividad, 5 de no exclusividad)
- Ejemplo de spin-off y spin-back hacia la física de altas energías

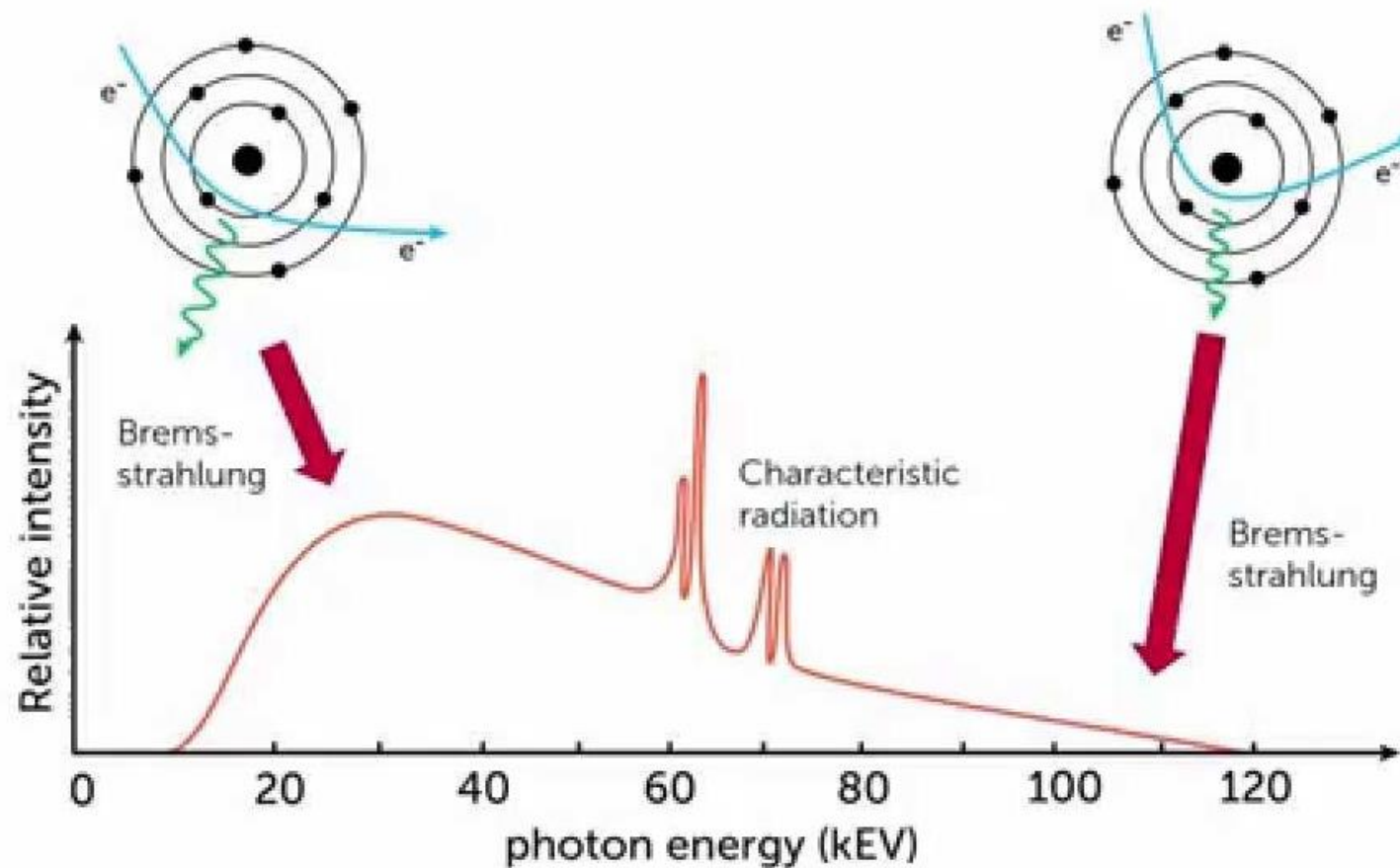


Aplicaciones: Radiografía

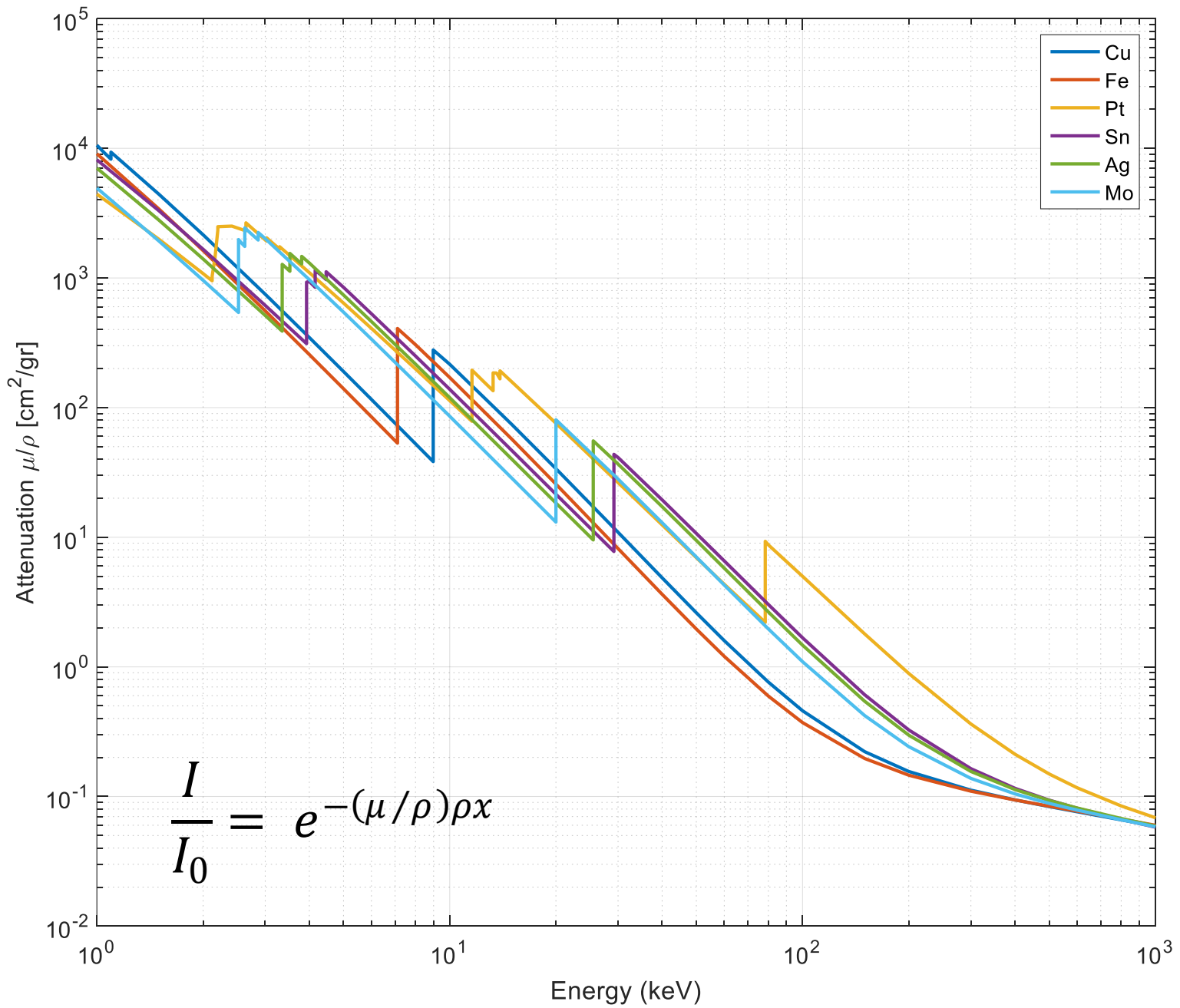
Generación de rayos X

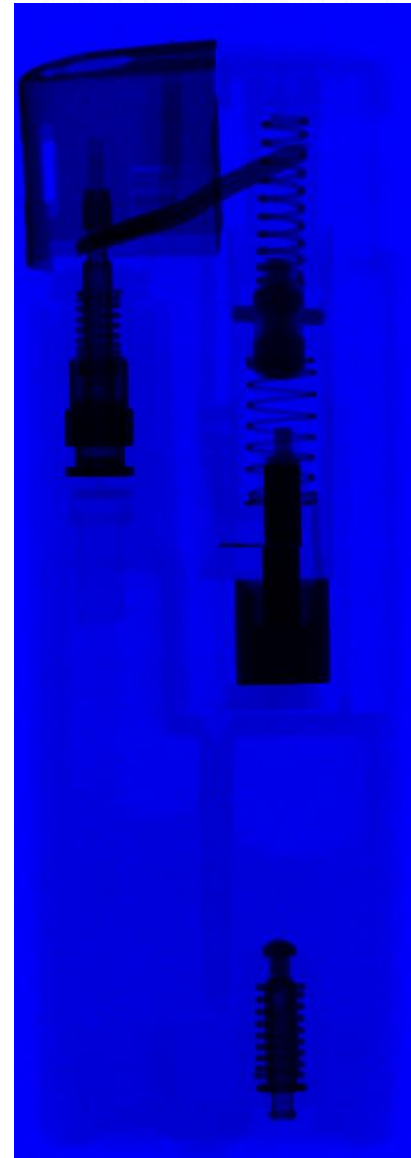
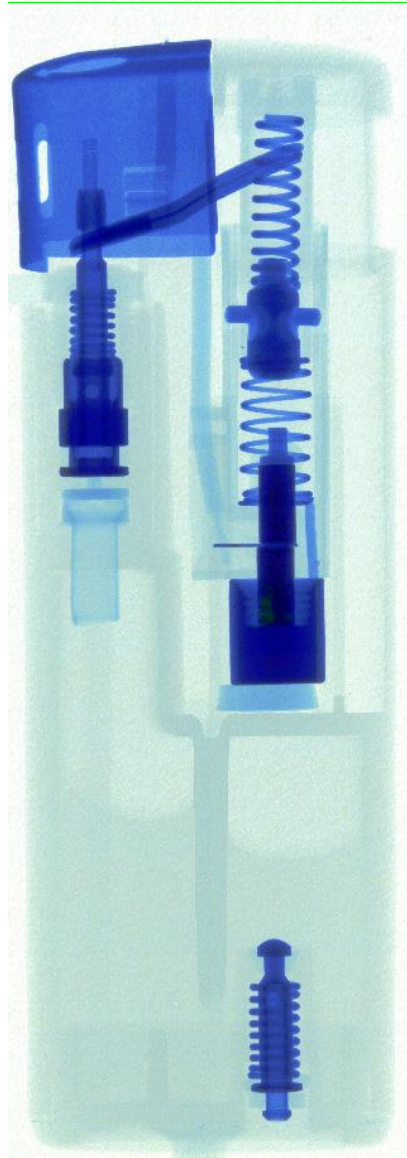


X-ray generation - spectrum

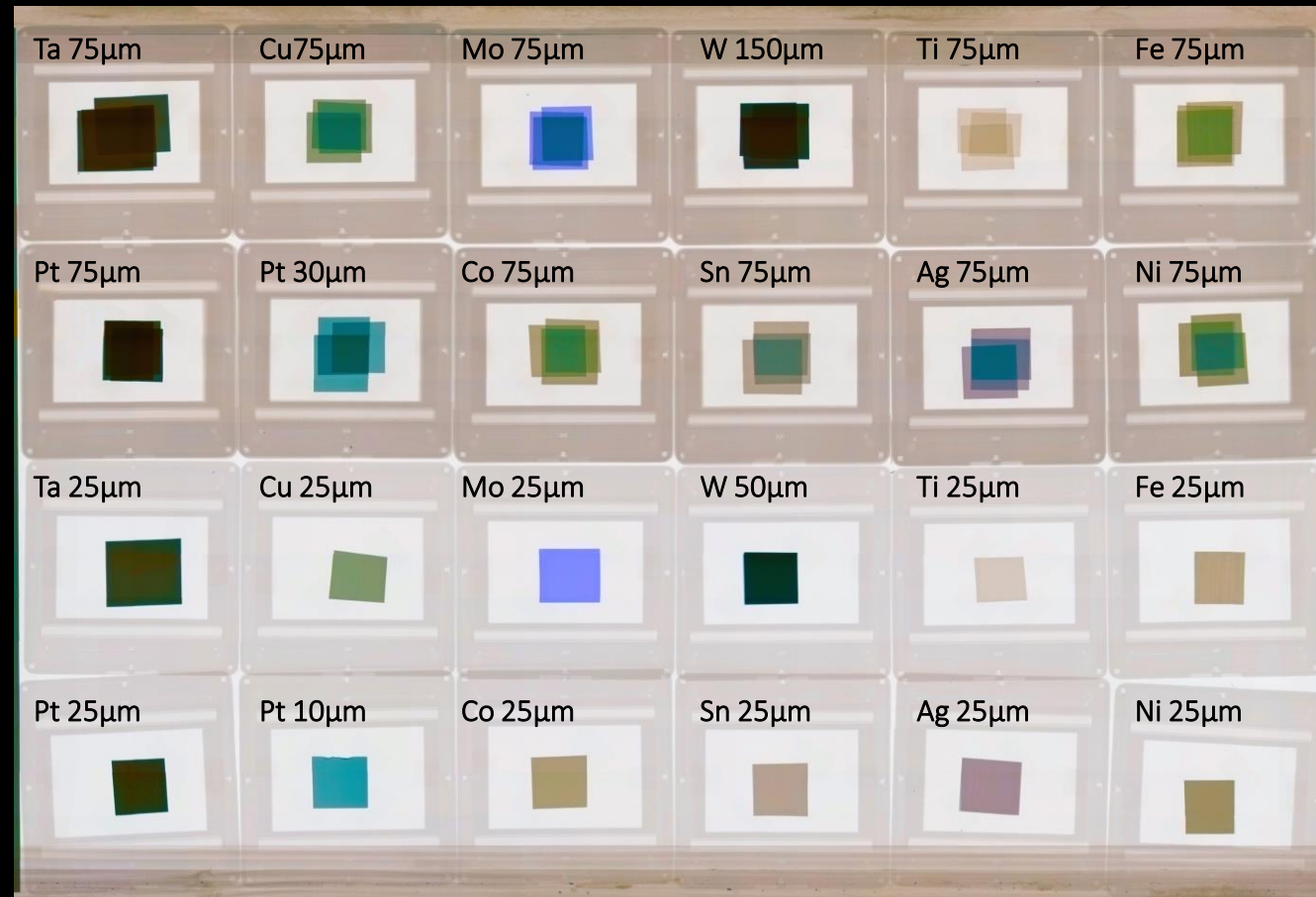


Un electrón de alta energía que impacta el interior de un átomo puede generar fotones de rayos-X por el hecho de que su trayectoria sea desviada por el núcleo atómico sin que altere en su recorrido la estructura electrónica del átomo que ha sido atravesado.





The regular vs “colour” X-ray imaging of test samples



BBC Click on Fake Art – InsightART's X-ray colour imaging of art!

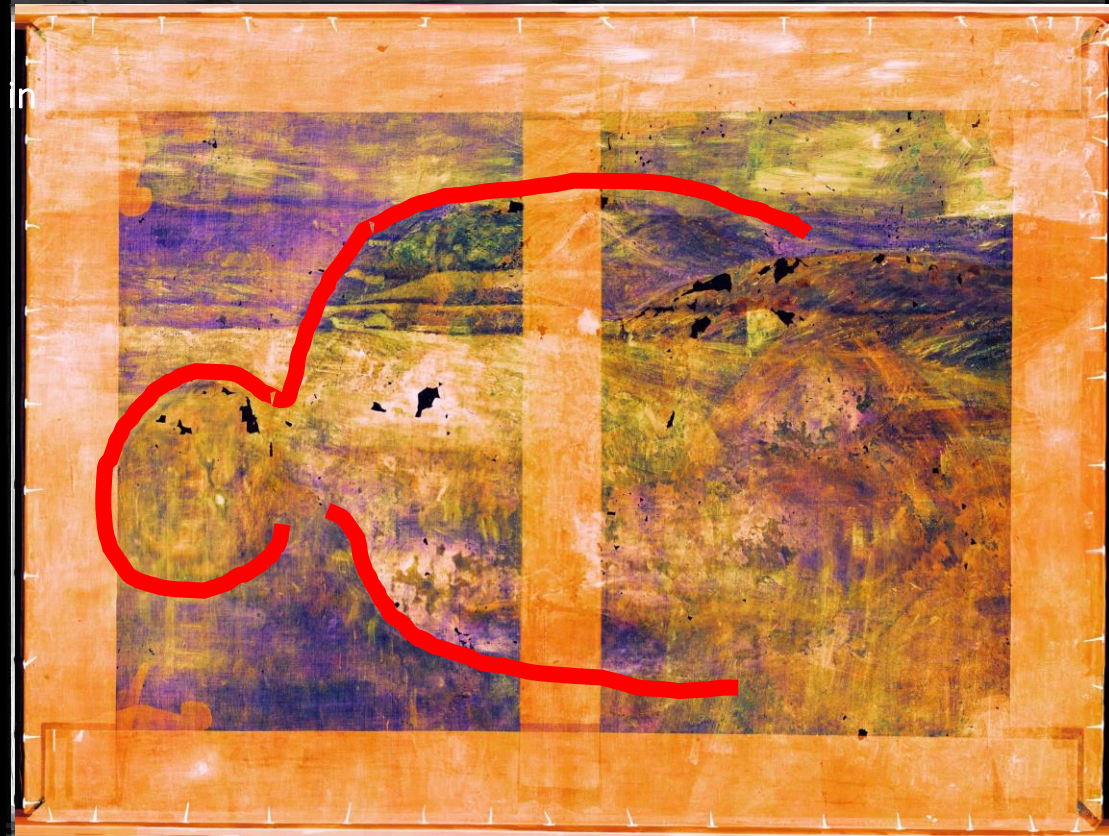
<https://youtu.be/1xUD0BUzgtQ>

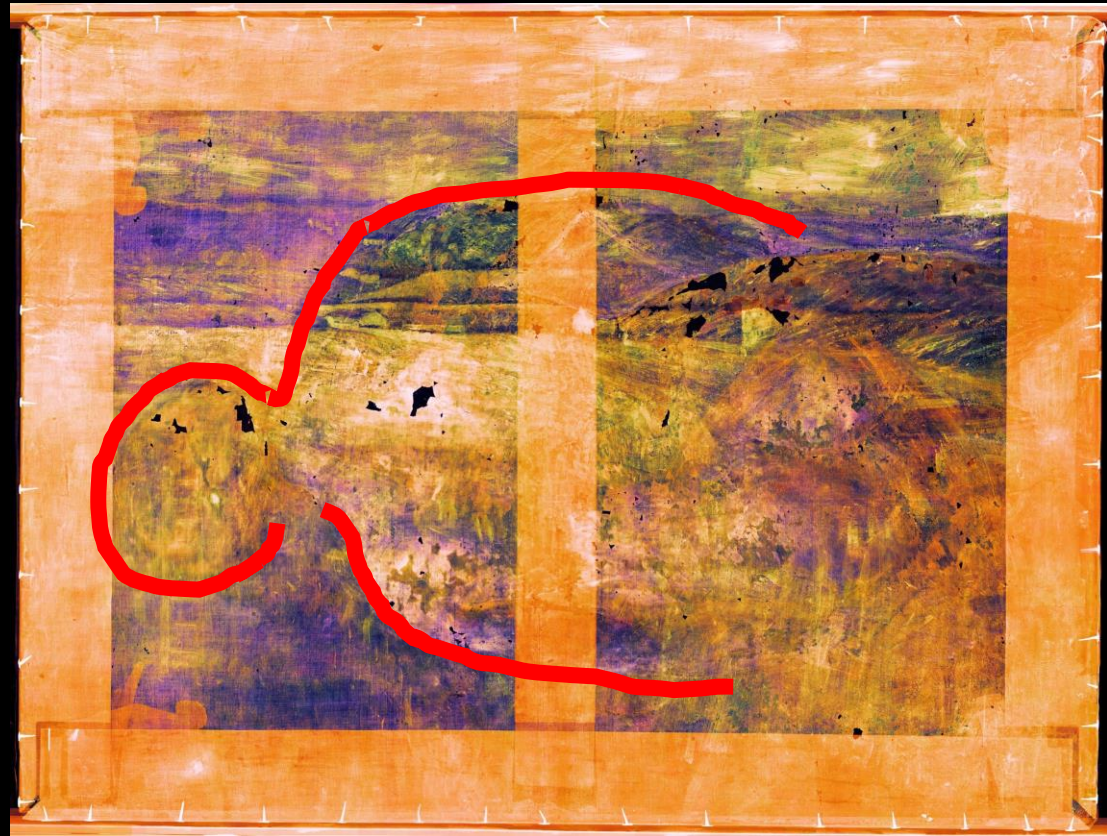
Signed

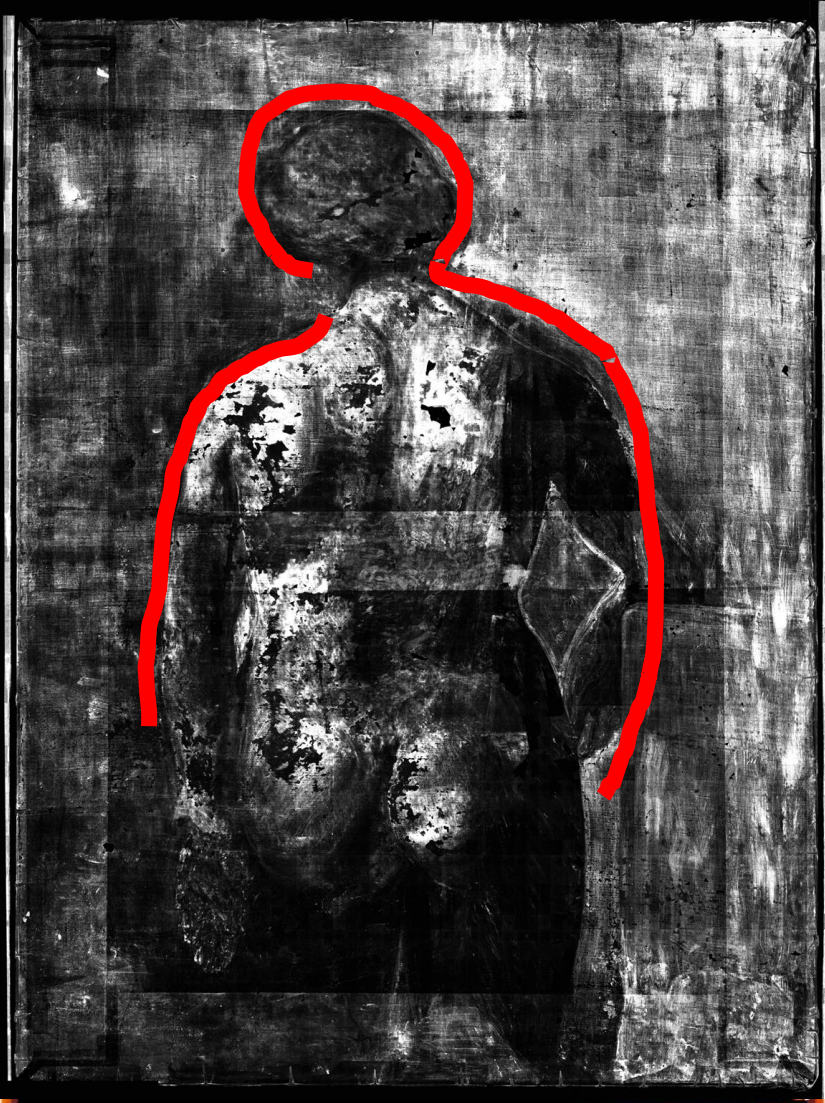
Vincent van Gogh

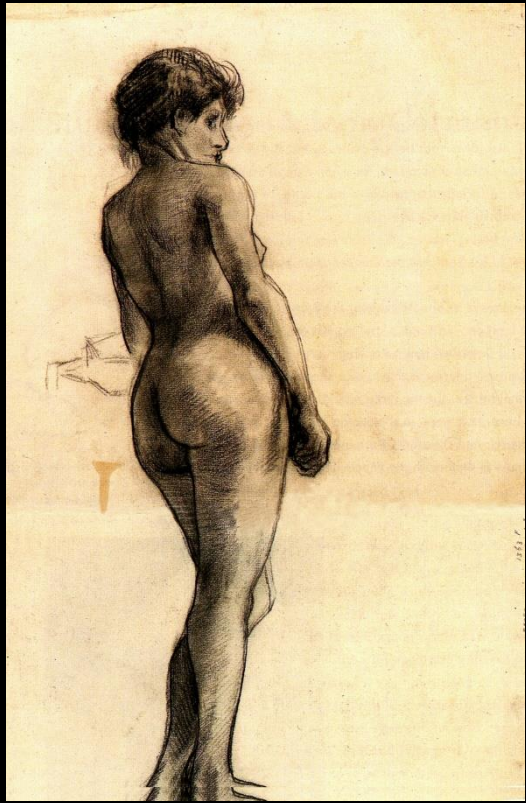
La Crau with Montmajour in
the background

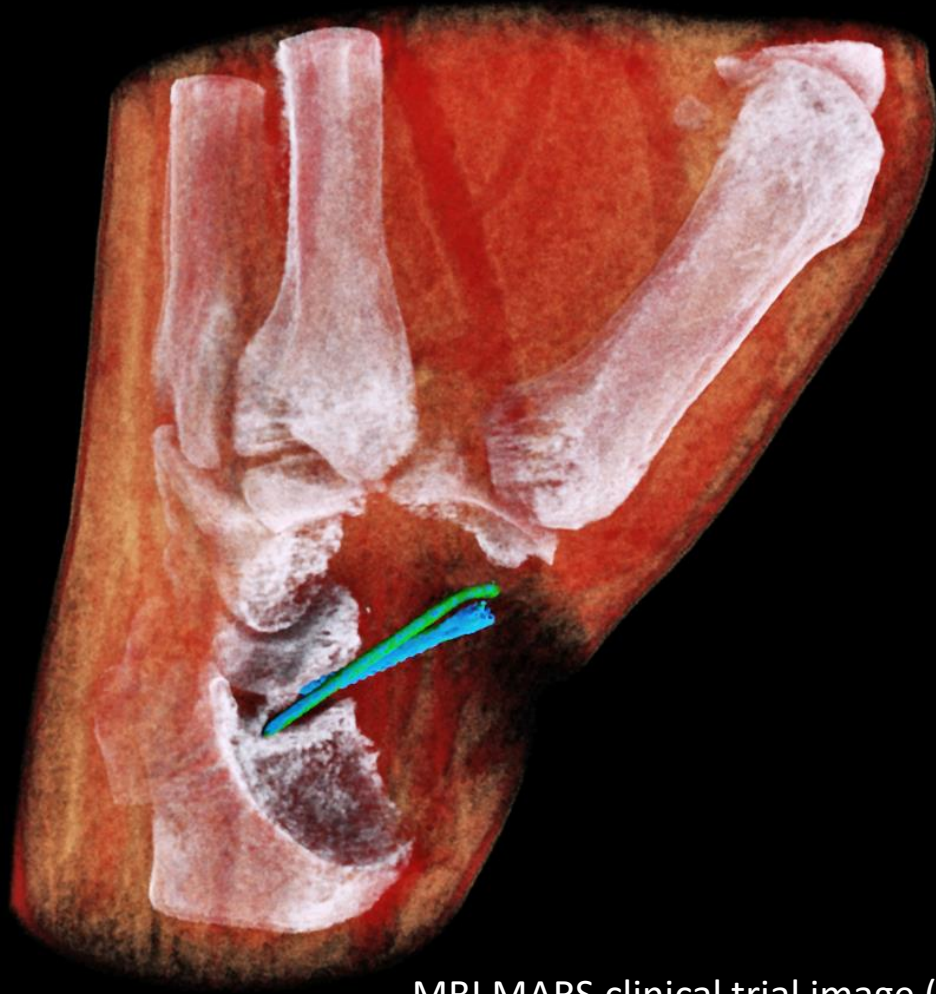
~1888











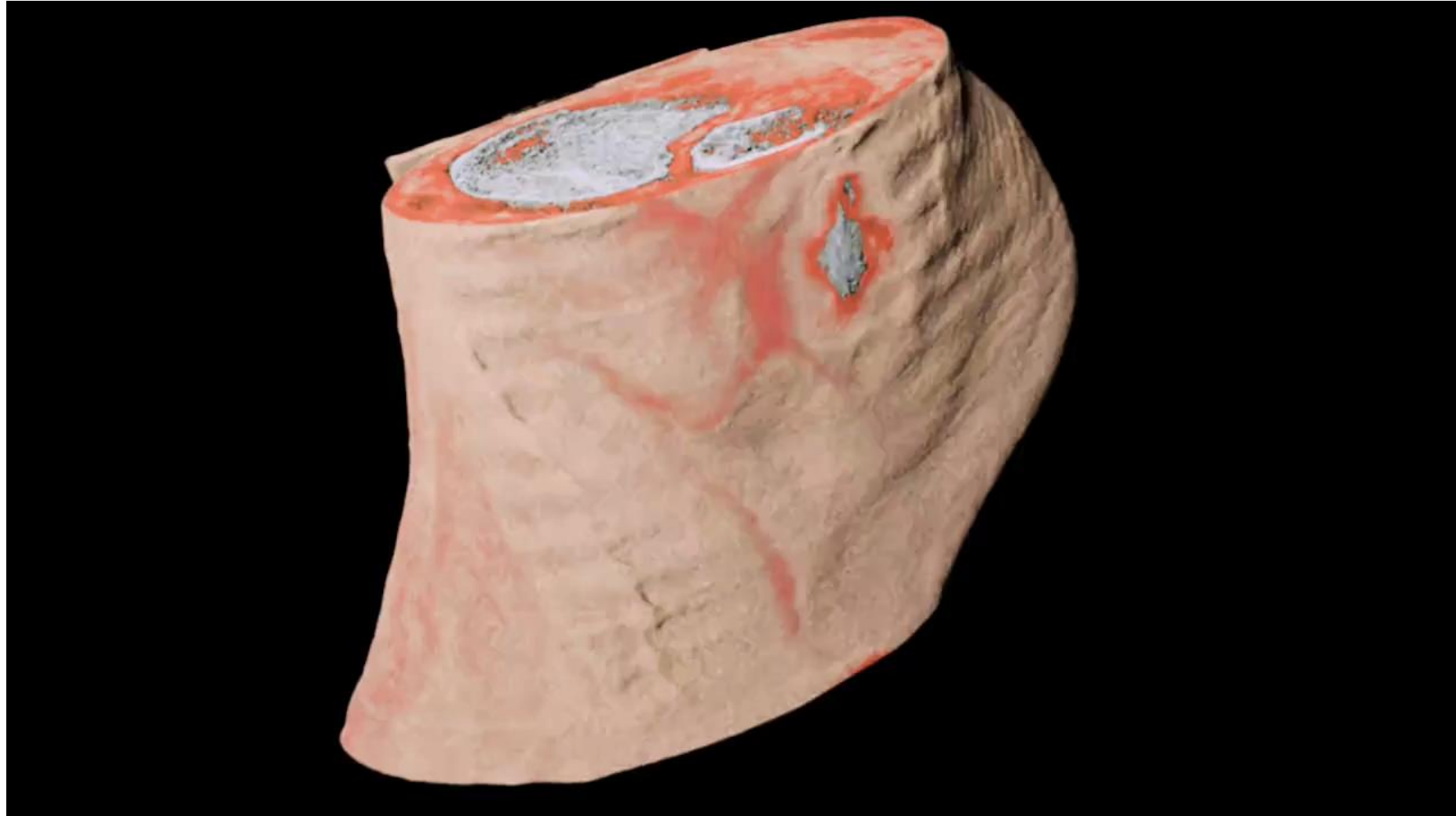
MBI MARS clinical trial image (1x12 Medipix3RX with CdZnTe detectors (~24cm²))
200K pixels
Wrist with titanium screw and steel wire



Scanner installed at Centre Hospitalier
Universitaire Vaudois (CHUV),
Lausanne, Switzerland

Courtesy: MARS team

Movie Slice through Phil's ankle



Slice through Phil's ankle

Conventional imagers

CT



MRI



MARS CT

Calcium,
colour it white



Fat,
colour it yellow



Water,
colour it red and
semi-transparent red



Educación

CERN@school



Simon Langton School, Canterbury, England

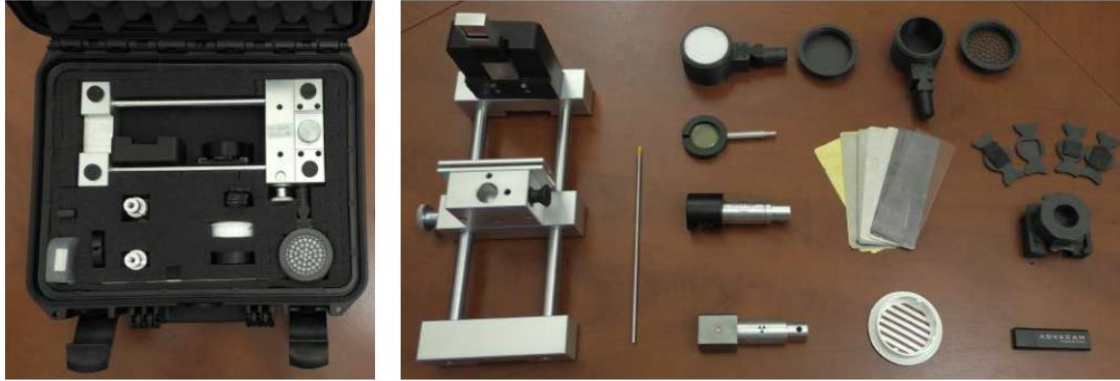
Institute for Research in Schools

The screenshot shows a web browser window with the URL www.researchinschools.org. The website has a dark header with the logo on the left, a search bar with the number '00377', and navigation links for 'JOIN IN' and 'CONTACT'. Below the header is a menu with items like 'ABOUT US', 'OUR PROJECTS', 'DOCUMENTS', 'HOW TO', 'EVENTS DIARY', 'SCHOOL OFFERS', 'PARTNERS', 'NEWS', 'BLOG', 'VIDEO', and a 'Newsletter' button. The main content area features a large image of an astronaut in a white suit with a British flag patch. A text box on the image reads: 'Monitor **Tim Peake's** radiation levels using Timepix detector chips from **CERN**'. Below the image, a grey box contains the text 'Young people, real science' and 'WELCOME TO THE INSTITUTE FOR RESEARCH IN SCHOOLS.'. A green speech bubble on the right says, 'You're never too young to be a research scientist.'

<http://www.researchinschools.org/>

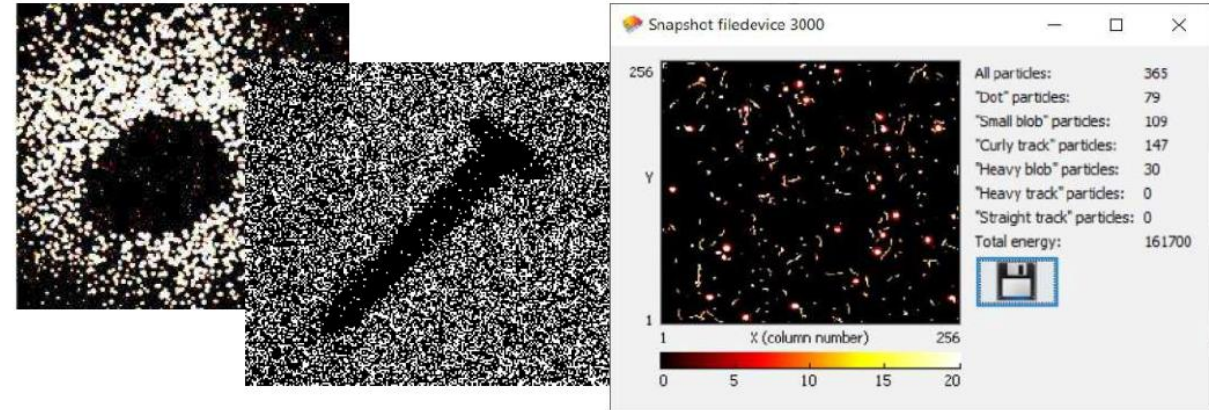
SESTRA

School Education Set with Timepix for Radiation Analysis



Kit Components

- Particle Camera MiniPIX EDU with Timepix detector
- Software (acquisition, online visualisation, etc.)
- SZZ Alfa (241Am, α and γ source, 9.5 kBq)
- DZZ Gamma (241Am, γ source, 300 kBq, optional)
- Potassium Salt (β and γ source)
- Thoriated Tungsten Electrode (α , β and γ source)
- Uranium Glass (α , β and γ source)
- Mounting Rails
- Source Holder
- Camera Holder
- Aluminium, Stainless, Copper, Brass and Lead Plates
- Radiography Adapter Head and Samples with Hidden Patterns
- Vacuum Cleaner Grate Adapter
- Transport Case
- USB Cable



IEAP CTU in Prague
Husova 240/5, 110 00,
Prague, Czech Republic
<http://www.utef.cvut.cz/ieap>



<https://medipix.web.cern.ch/>



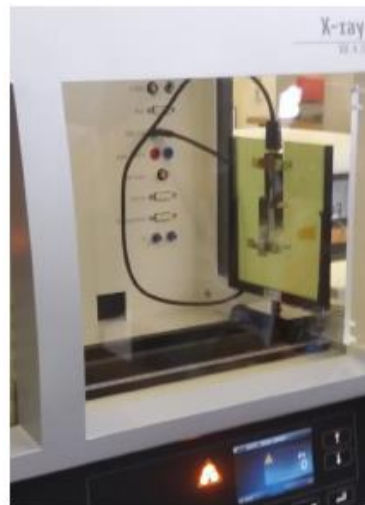
Advacam s.r.o.
U Perganky 12, 170 00,
Prague, Czech Republic
<https://advacam.com/>

TIMEPIX en la escuela Sagrada Familia de Gavà



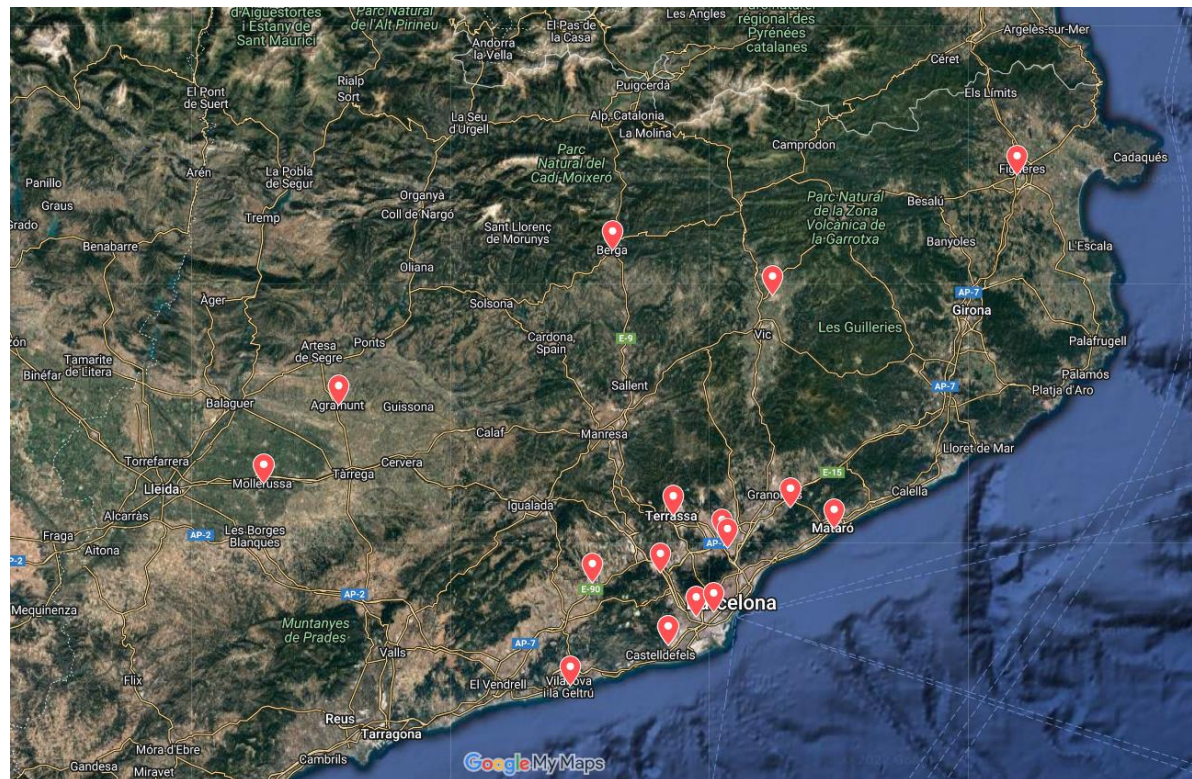
- Conferencia Mayo 2017
- Curso académico 2017-2018
 - Práctica inicial
 - 4 Trabajos de investigación (Supervisión: D. Parcerisas)
 - Investigación teórica común de los 4 trabajos: Detector TIMEPIX, software PIXETPRO
 - Búsqueda de fuentes radioactivas

- **ADMIRA: Activitats amb Detectores Medipix per Investigar la Radiació a l'Aula**
- Objetivo (Acercar centros de investigación, universidades y escuelas de secundaria alrededor de la física de partículas)
 - Crear una **red de escuelas que comparten** dispositivos Timepix (cortesía de la sección de microelectrónica del CERN)
 - Los profesores comparten dispositivos, experiencias
 - Ofrecemos formación para profesores y estudiantes impartida por expertos
 - Estudiantes de secundaria participan en proyectos científicos reales
 - Trabajar en problemas en los que la solución no se encuentra en la última página
 - Impacto en muchas disciplinas (física, matemáticas, química, tecnología)



TEAM:

- Experimental Physics Department, CERN: R. Ballabriga, M. Campbell
- Institut de Ciències del Cosmos, University of Barcelona: A. Argudó, E. Pallarès, E. Graugés
- Institut de Desenvolupament Professional, University of Barcelona: L. Casas
- Schools: D. Parcerisas, D. Corrons, I. Huguet



The support from University of Barcelona is key (website, logistics for distributing the kit, access to conference rooms, certificates for teachers attending trainings)

Trabajo de investigación

 <p>LLIBRES I MANUALS</p>	 <p>LLIBRES I MANUALS</p>	 <p>LLIBRES I MANUALS</p>	 <p>LLIBRES I MANUALS</p>
<p>Desarrollo de una cámara de niebla</p> <p>Desarrollo de una cámara de ni</p> <p>Treball de recerca Autor: Guillermo Galve Barranco Idioma: CA</p> <p><i>Física de Partícules</i></p>	<p>Computación numérica aplicada al análisis de datos científicos</p> <p>Computacion numérica aplicada al análi</p> <p>Treball de recerca Autor: Pol Marcos Payà Idioma: ES</p> <p><i>Física de Partícules</i></p>	<p>Radiació ionitzant i barreres de radiació</p> <p>Radiació ionitzant i barreres</p> <p>Treball de recerca Autor: Carles Vallès Muñoz Idioma: CA</p> <p><i>Física de Partícules</i></p>	<p>Radiació estructura i interaccions de la matèria</p> <p>Radiació estructura i interacc</p> <p>Treball de recerca Autor: Mario Agustíño Batet Idioma: CA</p> <p><i>Física de Partícules</i></p>

Trabajo de investigación

Asignatura de 18 meses en bachillerato

Requiere investigación experimental

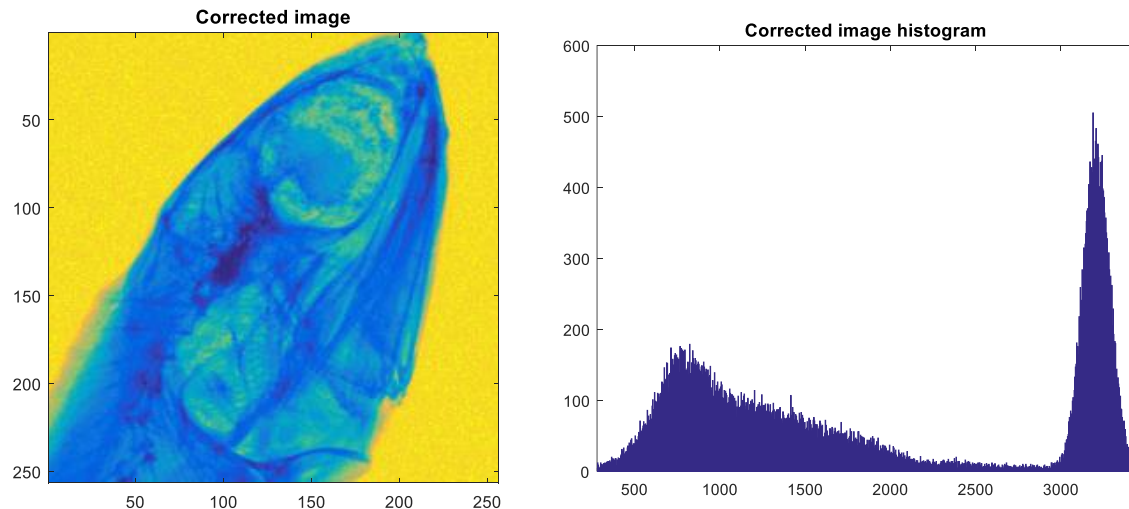
Timepix es una herramienta que permite diversidad de estudios

Trabajo de investigación

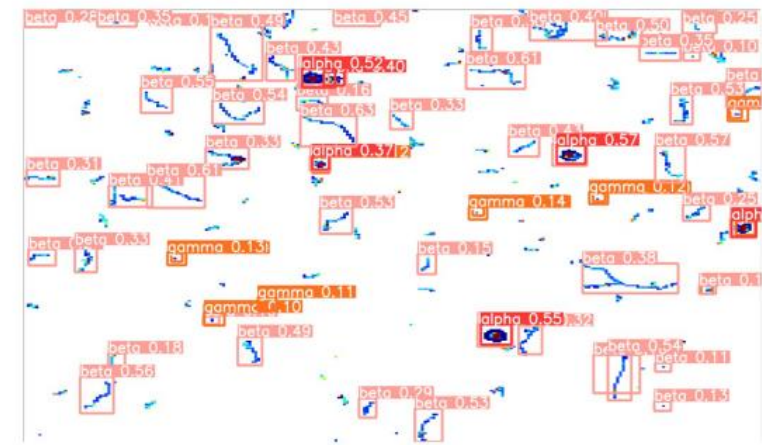
- Dosimetría y radiación de fondo
- Rayos cósmicos
- Salud
- Detectores de partículas
- Computación e inteligencia artificial



Esther Salvador, Sagrada Familia, Gavà



Bruguers Miranzo, Julia Gonzalez, Santo Angel Gavà



Ruben Castaño, Sagrada Familia, Gavà

Trabajo de investigación

The image shows a screenshot of the ServiPartícules website. At the top left, there is the ICCUB logo (Institut de Ciències de l'Espai de l'Universitat de Barcelona) and the ServiPartícules logo. To the right, there are navigation icons for a home page, a subscription button, and language options (Ca/En) with a search icon. Below the header, there is a horizontal menu with categories: Inici, Materials, Activitats, Projectes, Notícies, ServiAstro, Qui som?, ICCUB, and FQA. The main content area displays a grid of eight research posters, each with a thumbnail image and a brief description. The posters cover various topics in nuclear physics and particle detection, such as radioactivity in the Turó de la Rovira, Medipix detector, alpha, beta, and gamma particles, radiation interactions, nuclear physics introduction, muon detection, ionizing sources, and numerical computation.

ICCUB
UNIVERSITAT DE BARCELONA

ServiPartícules

Subscripció Ca/En

Inici Materials Activitats Projectes Notícies ServiAstro Qui som? ICCUB FQA

TURÓ DE LA ROVIRA
MATERIAL GRÀFIC
La radioactivitat en el turó de la Rovira
Pòster titul-lat «Estudi de la Rovira»
Pòster
Autor: Alcívar F, Gelick L, Rejas JA
Idioma: CA
Atòmica i Nuclear/ Física de Partícules

Medipix
MATERIAL GRÀFIC
Medipix: detecció de partícules radioactives al Guinardó
Divulgació científica
Autor: Ramon Font i Pau Gallardo
Idioma: CA
Atòmica i Nuclear/ Física de Partícules

Partícules Alfa, Beta i Gamma al turó de la Rovira
MATERIAL GRÀFIC
Partícules Alfa, Beta i Gamma al turó de la Rovira
Divulgació científica
Autor: Adrià Simon i Alba Mas
Idioma: CA
Atòmica i Nuclear/ Física de Partícules

Radiation, structure and interactions of matter
MATERIAL GRÀFIC
Radiation, structure and interactions of matter
Pòster titul-lat "Radiation, structure and interactions of matter" on l'autor analitza algunes teories físiques actuals sobre
Pòster
Autor: Mario Agustí Batet
Idioma: EN
Física de Partícules

Introducción a la física nuclear y desarrollo de una cámara de niebla
MATERIAL GRÀFIC
Introducción a la física nuclear y desarrollo de una cámara de niebla
Pòster titul-lat "Introducción a la física nuclear y desarrollo de una cámara de niebla" on l'autor introdueix conceptes
Pòster
Autor: Guillermo Galve Barranco
Idioma: ES
Física de Partícules

Analysis of the number of muons detected by a TimePix
MATERIAL GRÀFIC
Analysis of the number of muons detected by a TimePix
Pòster titul-lat "Analysis of the number of muons detected by a TimePix detector according to its orientation" on
Pòster
Autor: Varis
Idioma: EN
Física de Partícules

Ionizing sources and radiation barriers
MATERIAL GRÀFIC
Ionizing sources and radiation barriers
Pòster titul-lat "Ionizing sources and radiation barriers" on l'autor estudia alguns aspectes de la radiació, com per
Pòster
Autor: Carles Vallès Muñoz
Idioma: EN
Física de Partícules

Computación numérica aplicada al análisis de datos científicos
MATERIAL GRÀFIC
Computación numérica aplicada al análisis de datos científicos
Pòster titul-lat "Pòster: Computación numérica aplicada al análisis de datos científicos" on l'autor estudia les
Pòster
Autor: Pol Marcos Payà
Idioma: ES
Física de Partícules

<https://serviparticules.ub.edu/projectes/projecte-admira/posters>

Prácticas

La radioactivitat que ens envolta

Presentació de les pràctiques de radioactivitat a l'aula.

Introducció

En aquest kit de pràctiques de radioactivitat a l'aula es facilita el material necessari perquè el professor pugui realitzar a l'aula un seguit d'experiències en física de radiacions.

L'enfoc d'aquestes experiències es treballar i observar efectes de radiacions beta i alfa sense la necessitat de recórrer a fonts radioactives perilloses per a les persones. La radioactivitat és un fenomen natural que ens envolta, i que moltes vegades els alumnes associen exclusivament a contextos amb dosis de radioactivitat molt elevada i perjudicial per als humans. Amb això, les dues pràctiques presentades en aquests material tenen dos objectius fonamentals:

- 1- Treballar i estudiar els fenòmens de radioactivitat, mitjançant la mesura real i l'anàlisi posterior de les dades experimentals recollides.
- 2- Conscienciar a l'alumnat que els fenòmens de radioactivitat són habituals i estem envoltats d'ells en el nostre dia a dia, lluny d'associar el perjudici de la radioactivitat a exclusivament fonts perilloses per a les persones.

Les pràctiques i el contingut que en elles es treballen estan enfocats idealment per a ser treballat a nivell de batxillerat. Tot i això, són possibles simplificacions en els continguts a tractar i els càlculs a realitzar per part dels alumnes, de forma que pugui ser implementada en cursos d'ESO (més informació a la guia del professor, on es presenta una descripció detallada de les pràctiques, conjuntament amb un solucionari amb mesures reals obtingudes en realitzar les experiències).

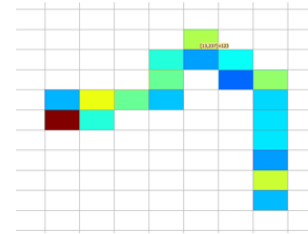
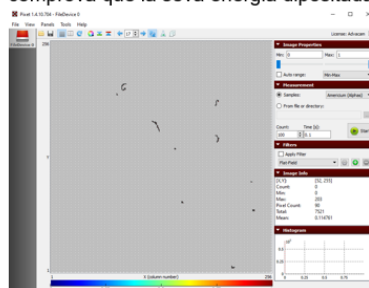
Per realitzar aquestes experiències és altament recomanable tenir accés al sensor TIMEPIX, ja que tant el procés de mesura com de representació de dades resulta molt àgil i eficient. Tot i això, alternatives amb altres aparells de mesura de radiacions poden ser adaptats.

Tot el material descrit s'inclou en un pdf conjunt, el professor interessat pot fer posteriorment ús de les parts que li interessi independentment.

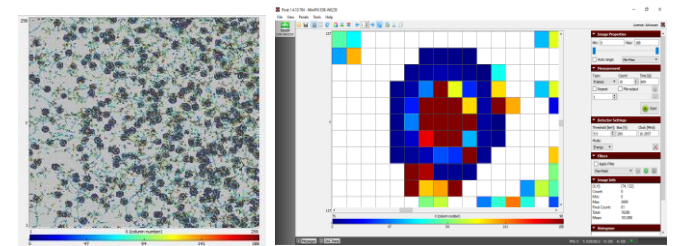
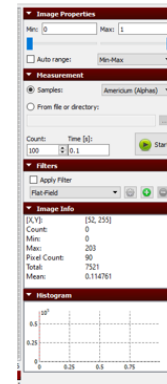
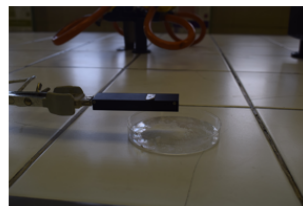
4. Sense utilitzar la mostra radioactiva, obriu la finestra del detector i premeu el botó Start per iniciar la captura de dades.
5. Una vegada acabada l'obtenció de les dades, tanqueu la finestra (el protector del xip).

Quan el procés d'obtenció de dades finalitzi, tanqueu el protector del xip.

6. Compteu el nombre de Worms (cucs), que són trajectòries llargues i corbades produïdes per la radiació beta d'alta energia. Per assegurar-vos que les partícules beta són d'alta energia, amplia la imatge de cadascuna d'elles, i comprova que la seva energia dipositada és superior als 700 keV.



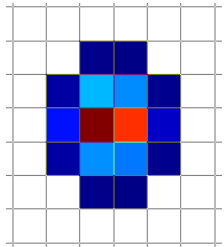
7. Dividiu el nombre de partícules detectades pel temps transcorregut (600 s). Obtindreu l'activitat de fons.
8. Subjecteu el detector verticalment a un suport amb anella de manera que estigui a un centímetre per sobre del banc, tal i com es mostra a la imatge de sota. Col·loqueu un vidre de rellotge o un tap d'ampolla sota la finestra del detector.
9. Peseu 2 grams de clorur de potassi, i dipositeu-lo al vidre de rellotge.
10. Obriu de nou la finestra del detector i premeu el botó Start per iniciar la captura de dades.
11. Una vegada acabada l'obtenció de les dades, tanqueu la finestra (el protector del xip).



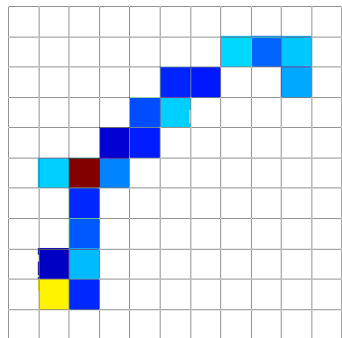
Prácticas

• Práctica de laboratorio

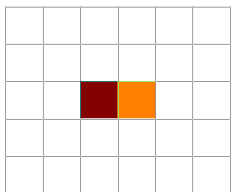
Resultados



Alfa



Beta



Gamma

Ek [keV]	10809	3912	7487	6164	5497
Ek [J]	1,73E-12	6,27E-13	1,20E-12	9,87E-13	8,81E-13
v [m/s] (relat.)	22788343,53	13728410,69	18978555,51	17224865	16268425,19
v [m/s] (class.)	22837837,18	13739206,06	19007111,86	17246204,4	16286399,46
v/c (relat.)	0,07596114511	0,04576136897	0,0632618517	0,05741621667	0,05422808397
v/c (classica)	0,07612612395	0,04579735353	0,06335703953	0,05748734801	0,05428799819
desviació (%)	0,2167177617	0,07857344563	0,1502403333	0,1237338907	0,1103636552

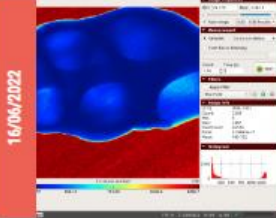







Ek [keV]	1953	1878	2504	1282	736
Ek [J]	3,13E-13	3,01E-13	4,01E-13	2,05E-13	1,18E-13
v [m/s] (relat.)	293461408,6	293039615,1	295648441,5	287530123	273603963,7
v [m/s] (class.)	828777947,9	812708607	938435066,1	671476901,6	508775245,3
v/c (relat.)	0,9782046954	0,976798717	0,9854948051	0,9584337434	0,9120132124
v/c (classica)	2,76259316	2,70902869	3,128116887	2,238256339	1,695917484
long. ona (m)	2,48E-12	2,48E-12	2,46E-12	2,53E-12	2,66E-12

Ek [keV]	82	72	31	18	68
Ek [J]	1,31E-14	1,15E-14	4,97E-15	2,88E-15	1,09E-14
f (Hz)	1,98E+19	1,74E+19	7,50E+18	4,36E+18	1,65E+19
long. ona (m)	1,51E-11	1,72E-11	4,00E-11	6,89E-11	1,82E-11
p (kg·m/s)	4,38E-23	3,84E-23	1,66E-23	9,61E-24	3,63E-23

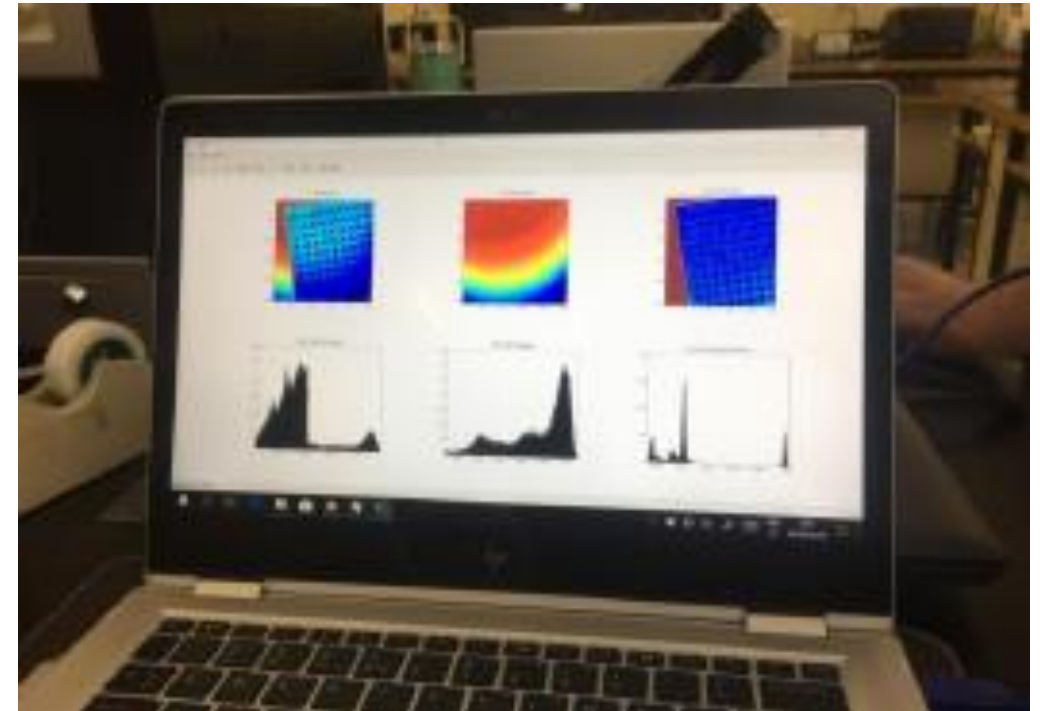
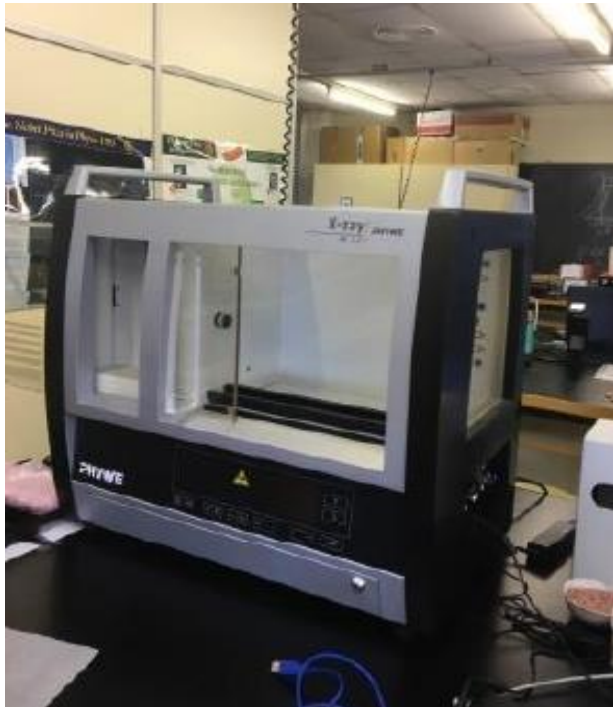
Formación del profesorado

Aquells professors que s'hagin inscrit al Projecte ADMIRA rebran una formació, reconeguda per l'ICE de la Universitat de Barcelona. Part d'aquesta formació serà oberta a altres professors no participants en el projecte, mentre que algunes de les sessions seran exclusives per al professorat inscrit al programa.

CURSOS

 <p>16/06/2022</p>	 <p>21/04/2022</p>	 <p>18/01/2022</p>	 <p>18/01/2022</p>
<p>Seminari Advacam en l'ús del Minipix en el món educatiu</p> <p>El proper dijous dia 16 de juny tindrà lloc el seminari d'iniciació al detector MiniPix de l'empresa Advacam</p> <p>A càrrec de: Carlos Granja, Advacam Prague Lloc: Zoom Hora: 16:00-18:00</p> <p><i>Xerrades a escoles</i> Atòmica i Nuclear/ Física de Partícules</p>	<p>Jornada de formació al professorat del projecte ADMIRA</p> <p>El proper dijous 21 d'abril reprenem les jornades de formació de</p> <p>A càrrec de: Varis Lloc: Facultat de Física de la Universitat de Barcelona Hora: 16:00-20:00</p> <p><i>Cursos</i> Física de Partícules</p>	<p>1 - Tutorials ADMIRA (1/4): Instal·lació PIXet Pro</p> <p>Tutorials ADMIRA (1/4): Instal·lació de PIXet Pro</p> <p>Autor: Daniel Parcerisas - Centre Educatiu Sagrada Família, Gavà</p> <p><i>Cursos</i> Professorat infantil, primària, secundària i FP Física de Partícules</p>	<p>3 - Tutorials ADMIRA (3/4): Configuració del detector</p> <p>Tutorials ADMIRA (3/4): Configuració del detector MiniPIX en el programa PIXet Pro</p> <p>Autor: Daniel Parcerisas - Centre Educatiu Sagrada Família, Gavà</p> <p><i>Cursos</i> Professorat infantil, primària, secundària i FP Física de Partícules</p>
 <p>18/01/2022</p>	 <p>19/06/2020</p>	 <p>09/06/2020</p>	 <p>14/05/2020 15/05/2020</p>
<p>4 - Tutorials ADMIRA (4/4): Presa de mesures amb el</p> <p>Tutorials ADMIRA (4/4): Presa de mesures amb el detector MiniPIX i el programa PIXet Pro</p> <p>Autor: Daniel Parcerisas - Centre Educatiu Sagrada Família, Gavà</p> <p><i>Cursos</i> Professorat infantil, primària, secundària i FP Física de Partícules</p>	<p>La matèria fosca</p> <p>Conferència tracta sobre què és la matèria fosca a càrrec de l'astrònom Xavi Luri</p> <p>A càrrec de: Xavier Luri, ICCUB [IEEC-UB] Hora: 09:30</p> <p><i>Cursos</i> Professorat infantil, primària, secundària i FP Física de Partícules</p> <p>Xavier Luri, ICCUB [IEEC-UB]</p>	<p>Antimatèria</p> <p>Aquesta xerrada es du a terme en el context del projecte ADMIRA (Activitats amb Detectors Medipix per Investig</p> <p>A càrrec de: Lluís Garrido, ICCUB</p> <p><i>Cursos</i> Física de Partícules</p>	<p>Detectors de partícules semiconductors</p> <p>La xerrada, dividida en dues parts d'una hora cadascuna, començarà fent una introducció al CERN, als detectors de</p> <p>A càrrec de: Rafel Ballabriga, CERN</p> <p><i>Cursos</i> Física de Partícules</p>

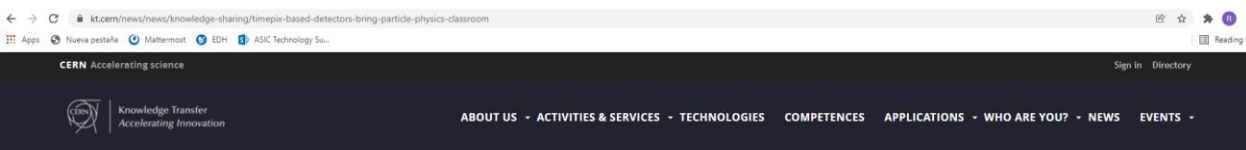
Visita centres a laboratoris de la UB



Visita escuela Santo Angel Gavà al CERN



Artículos web CERN

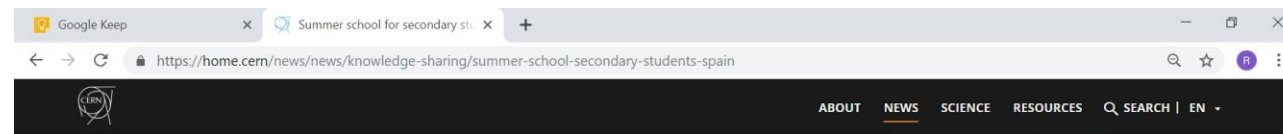


News > News > Topic: Knowledge sharing

Timepix-based detectors bring particle physics in the classroom

The ADMIRA project uses Timepix-based detectors to help students experiment with particle physics and contributes to transforming STEM education.

29 MARCH, 2021 | By Rafael Ballabriga & Antoine Le Gall



Students from the Sagrada Família school in Gava presenting their activities with CERN developed Timepix detectors at the Summer School (image: Rafael Ballabriga)

The first [summer school](#) organised between University of Barcelona and CERN for secondary students of the Barcelona region took place this year from 2 to 6 July. This event synchronised with the [Barcelona Techno Week](#), a series of meeting point events for top experts in semiconductor radiation detectors and its readout electronics. Fourteen students were selected to take part and benefit from the programme, which included hands-on laboratory work, [S'Cool LAB](#) workshops and talks by physicists and engineers in the field of radiation detection and particle physics.

First International S'Cool LAB Summer CAMP fo...
At CERN | News | 6 September, 2017

Sit down for coffee with the Standard Model
- Rafael Ballabriga
At CERN | News | 7 April, 2017

Applications for S'Cool LAB Days in 2017/18
At CERN | News | 1 March, 2017

[View all news](#)

Artículo científico


OPEN ACCESS

Phys. Educ. 57 (2022) 025018 (14pp)

PAPER

iopscience.org/ped

ADMIRA project: teaching particle physics at high school with Timepix detectors

D Parcerisas^{1,*} , R Ballabriga^{2,*}, E Amorós⁵, A Argudo³,
M Campbell², L Casas⁴, P Christodoulou², R Colomé⁵,
D Corrons⁶, V Curcó⁷, M Enajas⁸, C Granja⁹, E Grauges³,
A Gou¹⁰, E Lleó¹¹, X Llopart², E Pallares³, H Pino¹², S Serra¹³
and G Valero¹⁴

¹ Sagrada Familia School, Gavà, Barcelona, Spain

² Experimental Physics Department, CERN, Meyrin, Switzerland

³ Institut de Ciències del Cosmos, University of Barcelona, Barcelona, Spain

⁴ Institut de Desenvolupament Professional, University of Barcelona, Barcelona, Spain

⁵ Vilafant High School, Vilafant, Girona, Spain

⁶ La Salle School, Manlleu, Barcelona, Spain

⁷ La Roca del Vallès High School, La Roca del Vallés, Barcelona, Spain

⁸ Intermunicipal School of Penedés, Sant Sadurní d'Anoia, Barcelona, Spain

⁹ Advacam, Prague, Czech Republic

¹⁰ Quatre Cantons High School, Barcelona, Spain

¹¹ F. X. Lluch i Rafecas High School, Barcelona, Spain

¹² Learn It With Us, Barcelona, Spain

¹³ Terrassa High School, Barcelona, Spain

¹⁴ Joan Brossa High School, Barcelona, Spain



CrossMark

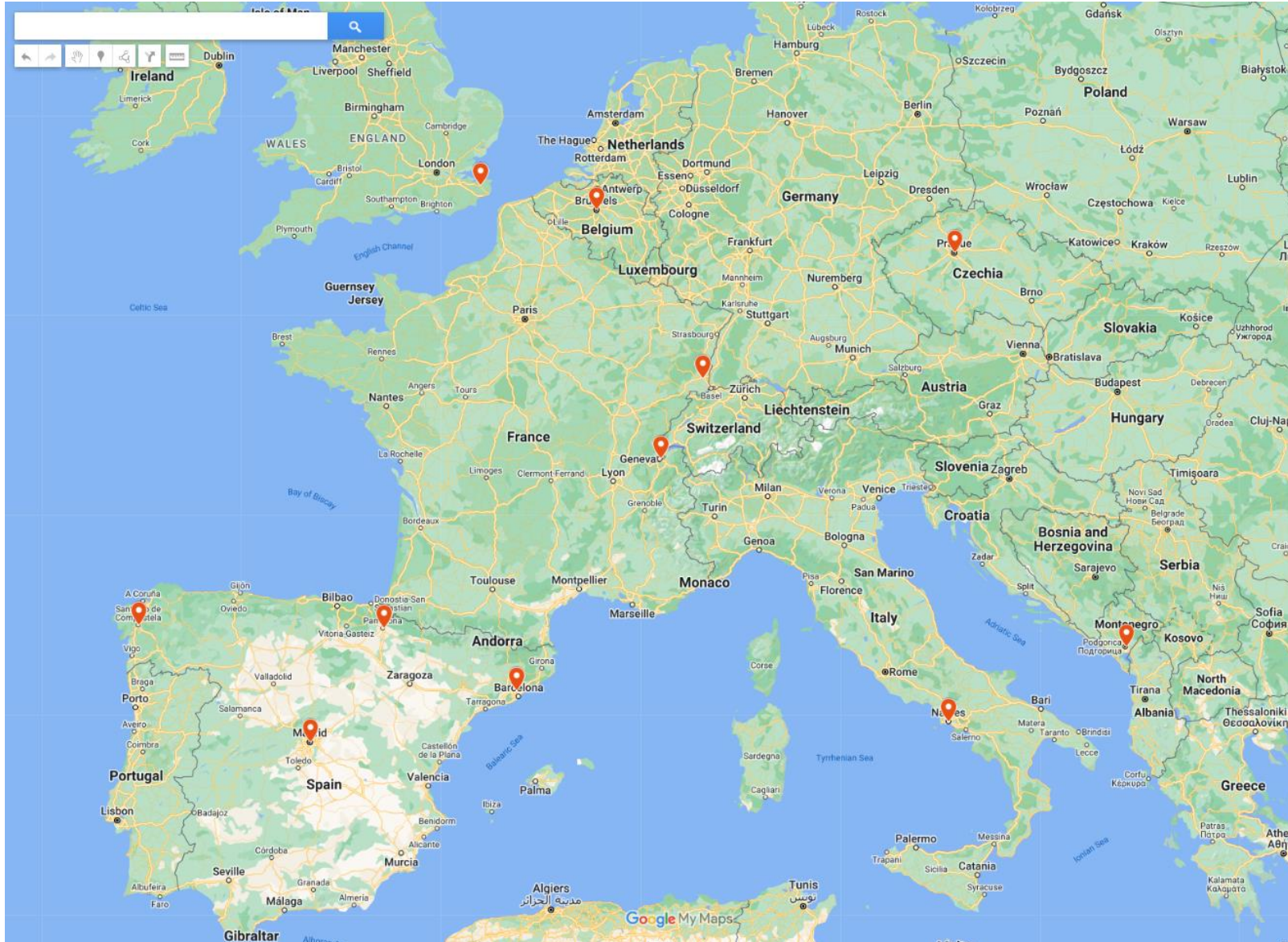
E-mail: d.parcerisas@safagava.edu and rafael.ballabriga@cern.ch

Abstract

This paper presents the case for how students can be helped to increase their scientific vocation by experimental work and the introduction of particle physics into pre-university studies. These two ideas are the two main lines of work of the ADMIRA initiative, which has been created by individuals belonging to different and complementary educational and research institutions. The initiative consists of a network of schools that share Minipix

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6552/ac4143>

Minipix-Edu kits that have been distributed for educational purposes: The Timepix Teachers Network



Minipix-Edu kits that have been distributed for educational purposes: The Timepix Teachers Network



Proxecto
MEDRA



Other applications

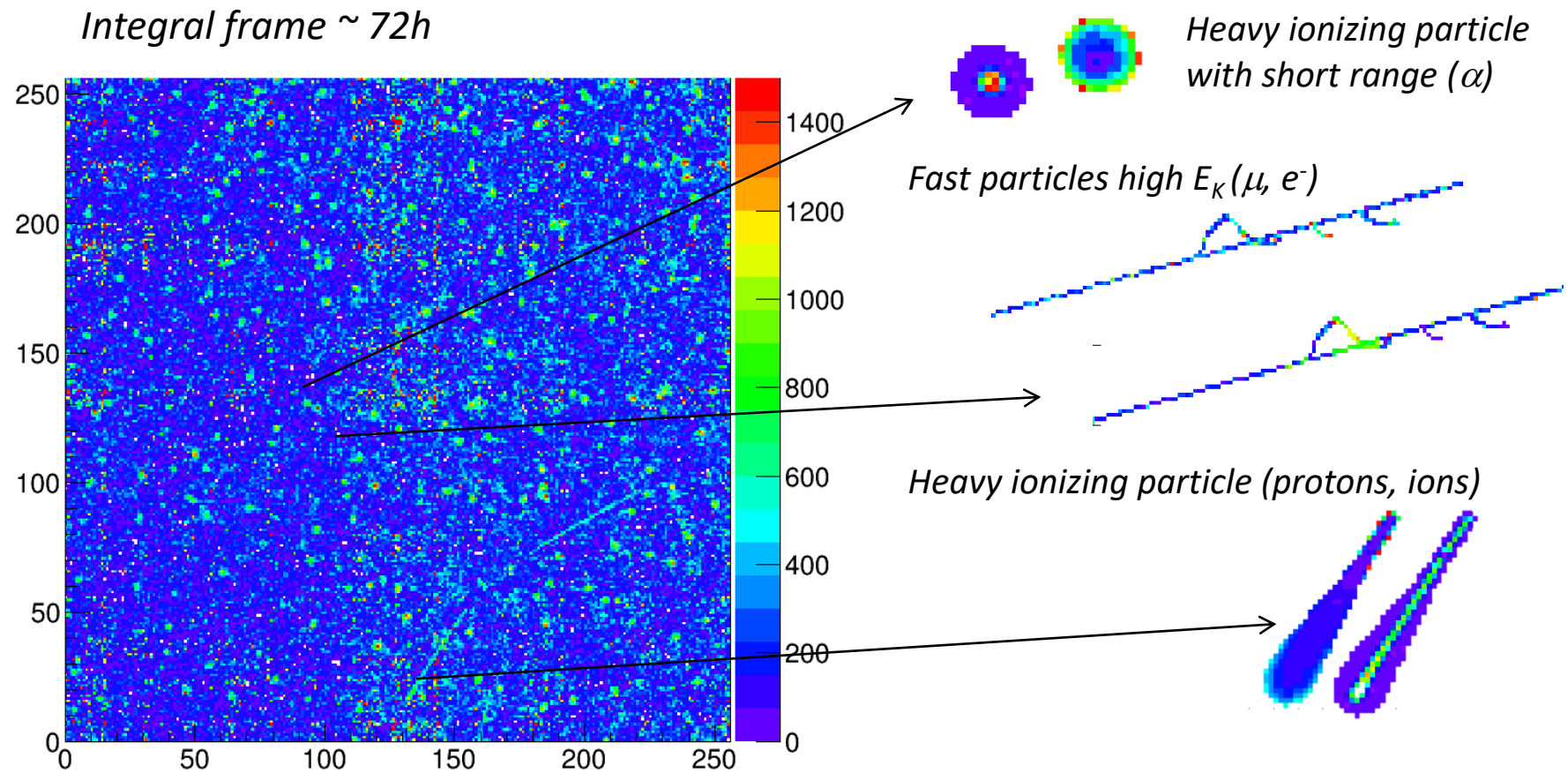
- X-ray materials analysis
 - X-ray non-destructive testing
 - Dosepix chip development
 - Gamma camera
 - Compton camera
 - Low Energy Electron Microscopy
 - Transmission electron microscopy
 - Dose deposition tracking in hadron therapy
 - High resolution neutron imaging
 - Single (visible) photon imaging
 - Time-of-Flight mass spectrometry
- } combined with MCP

Applications for CERN/Physics

- LHCb VELOpix chip is directly derived from Timepix3
- LHCb Timepix3 telescope – 80 Mhits/sec
- Sensor studies for CLIC/LHCb
- Background radiation monitoring at ATLAS and CMS
- Beam monitoring in UA9
- Beam Gas Interaction monitor is operating at CERN PS
- ASACUSA experiment
- Beta particle channeling in ISOLDE
- Forward physics using Timepix3?
- Axion search at CAST (with InGrid)
- Large area TPC (with InGrid)
- Transition radiation measurements for ATLAS
- GEMPIX development for radiation therapy beam monitoring
- GEMPIX for ^{55}Fe waste management
- Developments for CLIC: CLICpix, CLICpix2, C3PD

Conclusión

Los Detectores Timepix permiten visualizar la radiación



Timepix chip: matrix of 256x256 pixels

Different particles present a different signature in their interaction with the pixelated semiconductor detector



Muchas gracias

