

Particle Therapy MasterClass



INTERNATIONAL MASTERCLASSES

Γιώτα Φωκά (GSI/CERN)

Εκ μέρους του

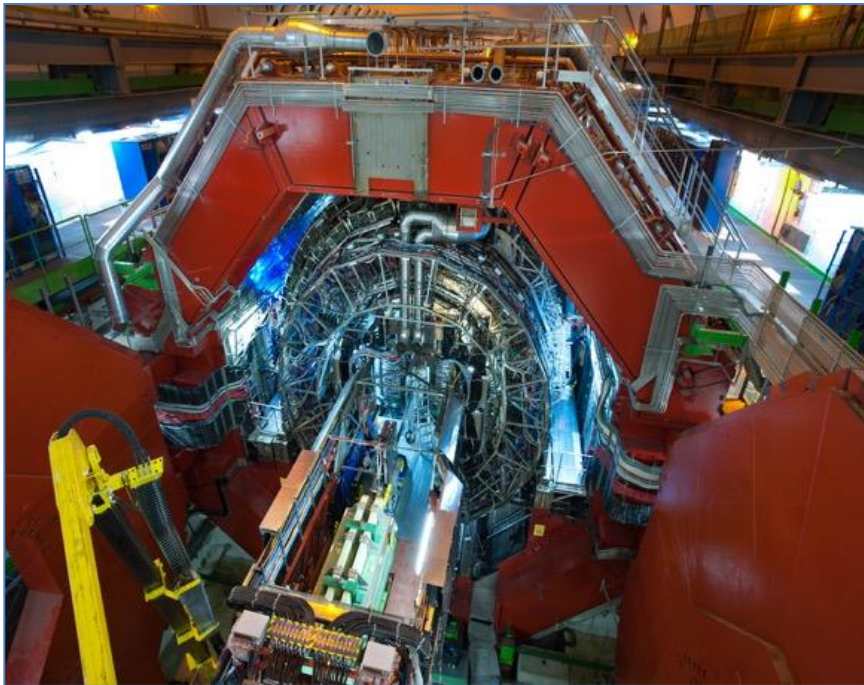
IPPOG και IMC Steering Group



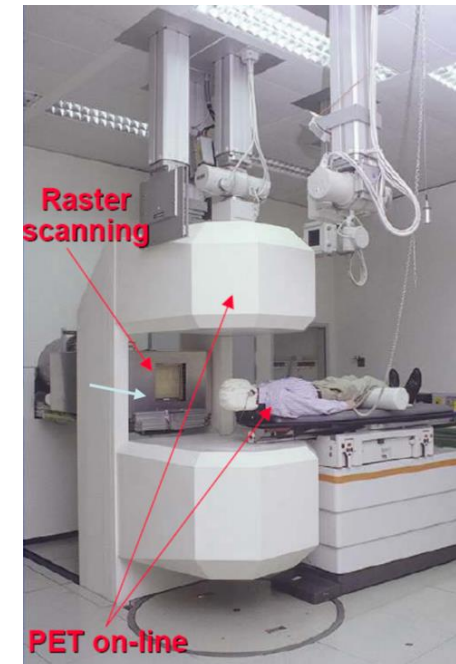
Βαρέα Ιόντα για Έρευνα και Θεραπεία Καρκίνου

Heavy-ion Physicist, involved with medical applications of heavy-ions for cancer therapy

ALICE heavy-ion experiment at CERN



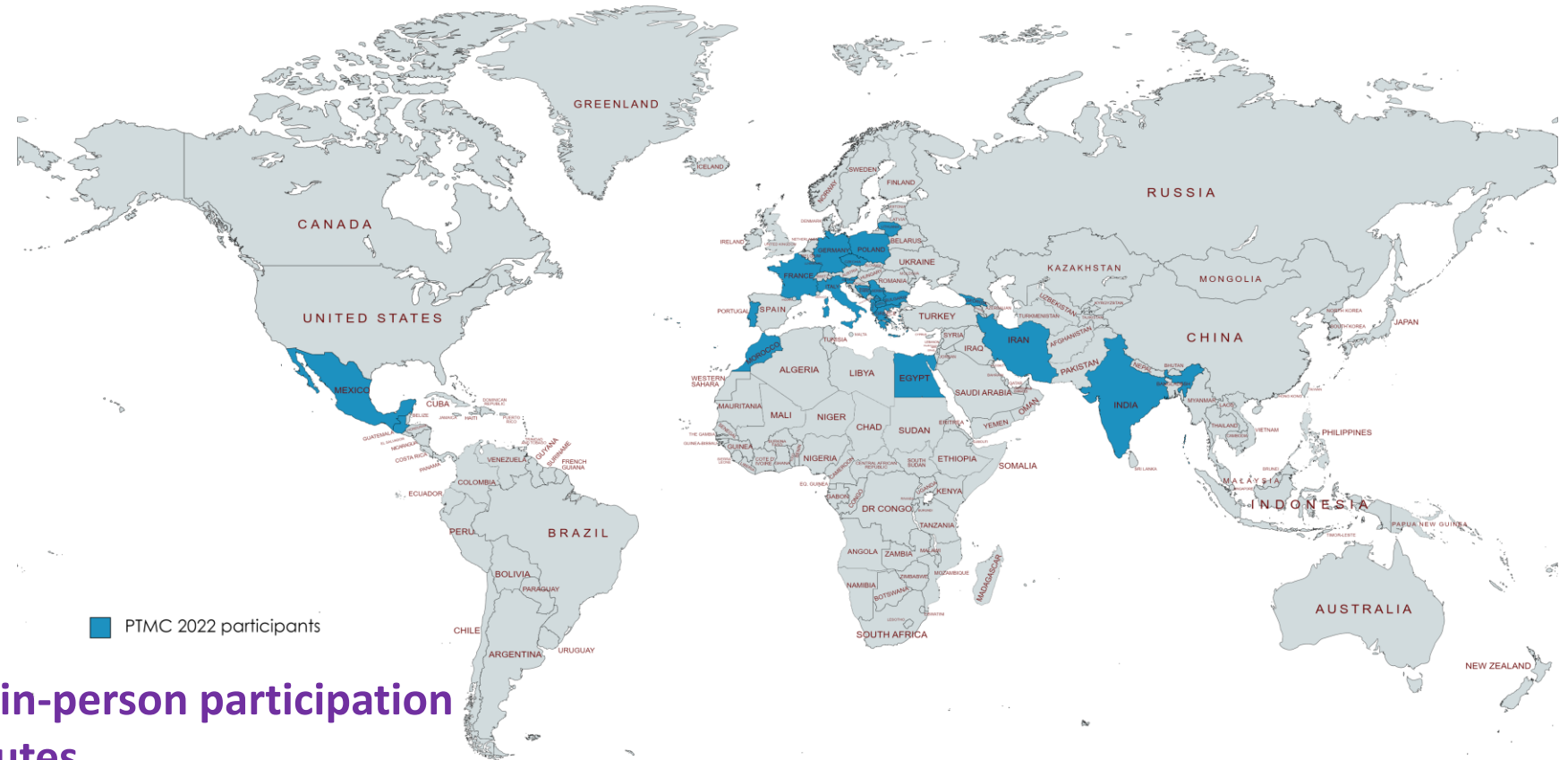
GSI, pioneering heavy-ion cancer therapy



Εικονική επίσκεψη στο πείραμα βαρεων ιόντων ALICE στο CERN

Participants of online PTMC in IMC2022

PTMC: <https://indico.cern.ch/event/840212/>



■ PTMC 2022 participants

Created with mapchart.net

PTMC2022 online:
ongoing: 6 sessions online and in-person participation
from 22 countries and 37 institutes

web pages with agendas of every institute with material
in different languages, publicly available for future events

Interest of students, motivation of tutors (voluntary work), potential impact



Home

Information for
High School Students

Information for
Teachers and Educators

Information for
Institutes and Physicists

Schedule

Intl. Day of Women
and Girls in Science

My Country

Physics

In the Media

Published Papers

Archive

Contributors

Contact Us

Follow @physicsIMC

<https://physicsmasterclasses.org/>

Hands on Particle Physics Masterclasses
SCHEDULE 2021

At the end of each Masterclass day a videoconference between the institutes and with moderators at CERN, at Fermilab, TRIUMF, KEK, or GSI is established. The schedules for 2021 will be created early in 2021.



© CERN



© Fermilab



International MasterClasses



60 χώρες
255 ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΑ
15 000 μαθητές

IMC 2022 :
11.2.2022 – 9.4.2022



Φέρνει μεθόδους έρευνας και αληθινά πειραματικά δεδομένα στα σχολεία

Συντονισμός : Fermilab, QuarkNet / TU Dresden

- 48 institutes
- 50 Masterclasses
 - 31 CMS
 - 19 ATLAS

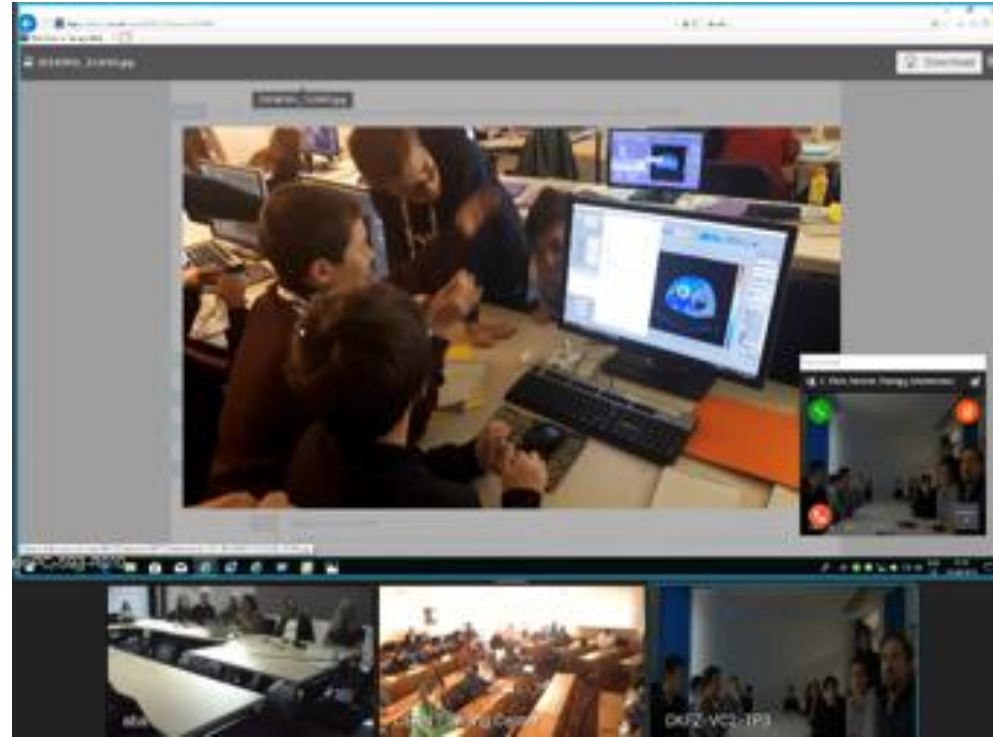
- 177 institutes
- 257 Masterclasses
 - 35 ATLAS W
 - 104 ATLAS Z
 - 58 CMS
 - 39 LHCb
 - **18 ALICE Strangeness**
 - **3 ALICE RAA**

Flagship project of IPPOG, the International Particle Physics Outreach Group

ΡΤΜC πιλοτικά τεστ το 2019

- Πρώτο τοπικό τεστ: GSI, 7th Φεβρουαρίου 2019
- Πρώτο διεθνές τεστ: CERN, DKFZ, GSI, 5th Απριλίου 2019

Συμμετοχή της ομάδας CURIEosity
από την Κρήτη, Ελλάδα



CERN, DKFZ, GSI

θετική ανάδραση από τους μαθητές


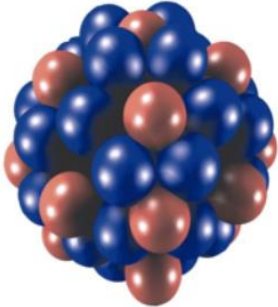
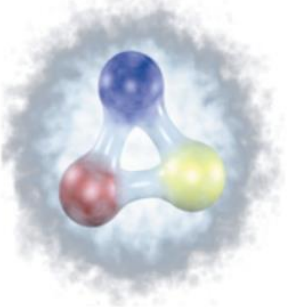
**ΕΛΠΙΔΑ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΡΟ ΓΙΑ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ
ΣΤΗΝ ΜΑΧΗ ΚΑΤΑ ΤΟΥ ΚΑΡΚΙΝΟΥ**



Πως σχετίζεται η Φυσική με την Ιατρική;

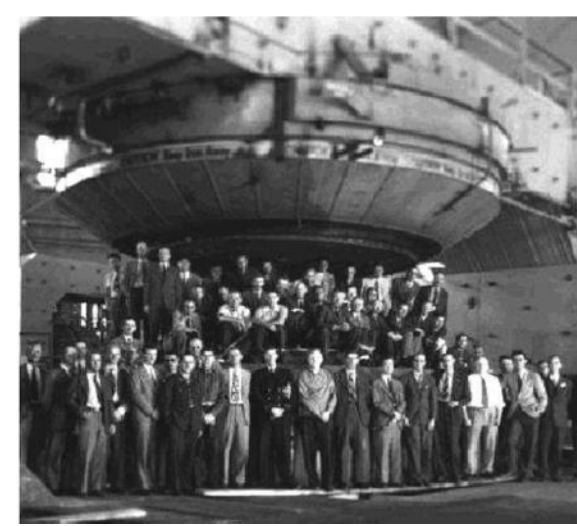
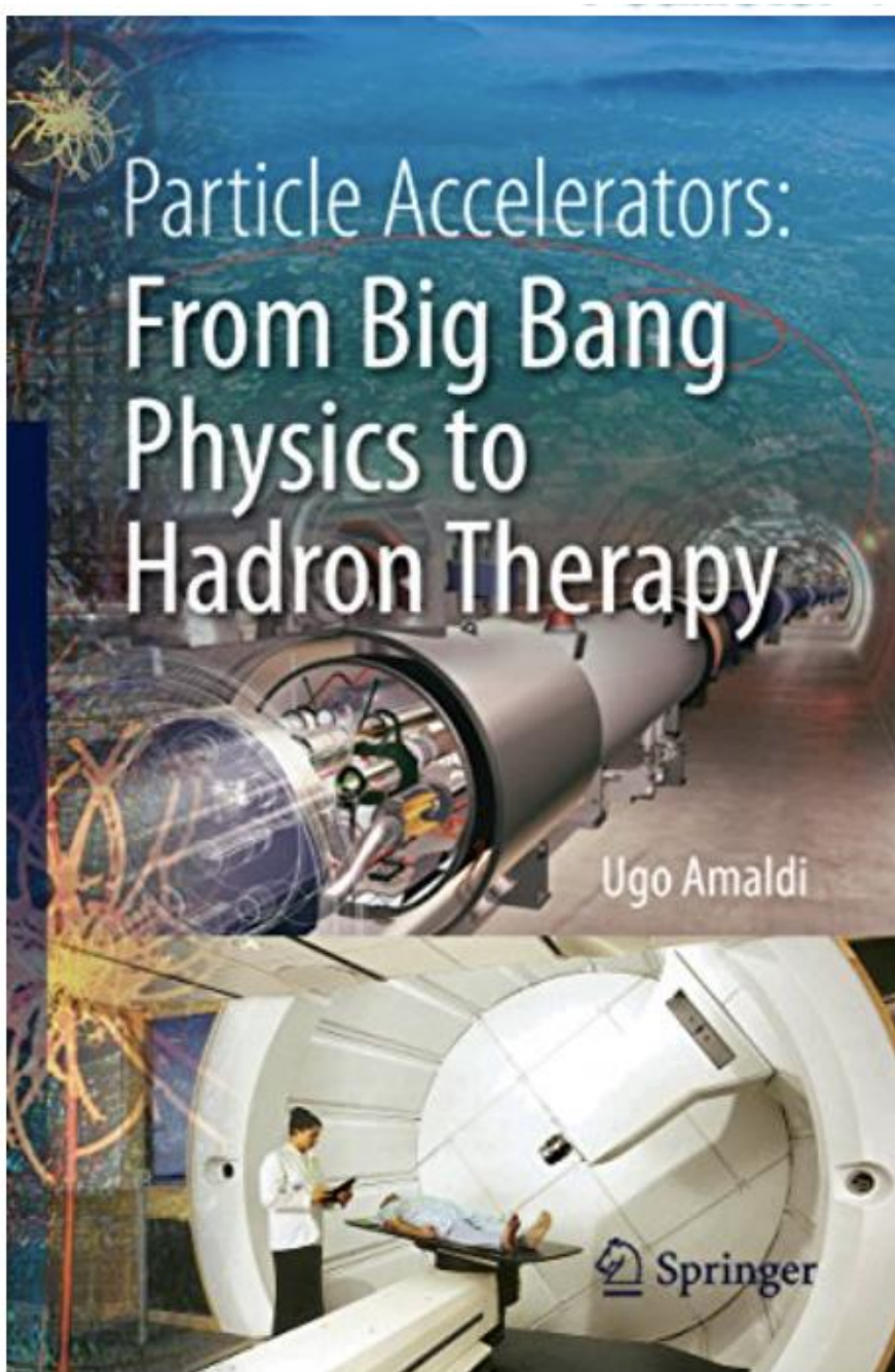
Τι ακριβώς είναι η θεραπεία με σωματίδια;

Πώς μπορεί κάποιος να χρησιμοποιήσει σωματίδια για θεραπεία καρκίνου;

atom	nucleus	nucleon
10^{-10} m	10^{-14} m	10^{-15} m
		
$M \approx \sum m_i$	$M \approx \sum m_i$	$M \gg m_i$

Αδρονική θεραπεία καρκίνου
(με πρωτόνια ή ιόντα άνθρακα)

Στόχος του Particle Therapy MasterClass



Berkeley cyclotron Nobel Prize 1939

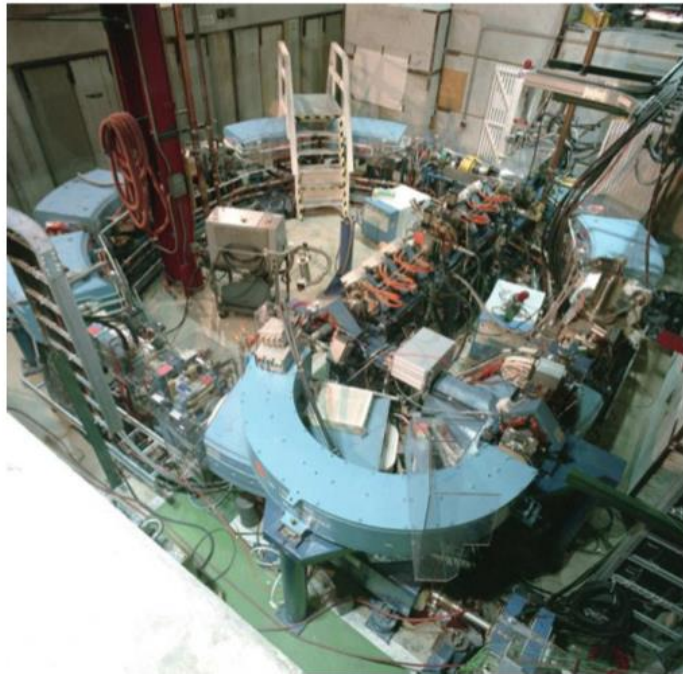
In 1936, the new Berkeley 37-inch cyclotron was producing isotopes for physics.

In 1938 starts direct irradiation of patients with neutrons from the new 60-inch cyclotron (Lawrence brothers).

To 1946, ο Robert Wilson πρότεινε την χρήση πρωτονίων για θεραπεία καρκίνου.

To 1956, η πρώτη θεραπεία καρκινικού όγκου στο Berkeley.

1993- Loma Linda
USA (proton)



First dedicated clinical
facility

1994 – HIMAC
Japan (carbon)



1997 – GSI
Germany (carbon)

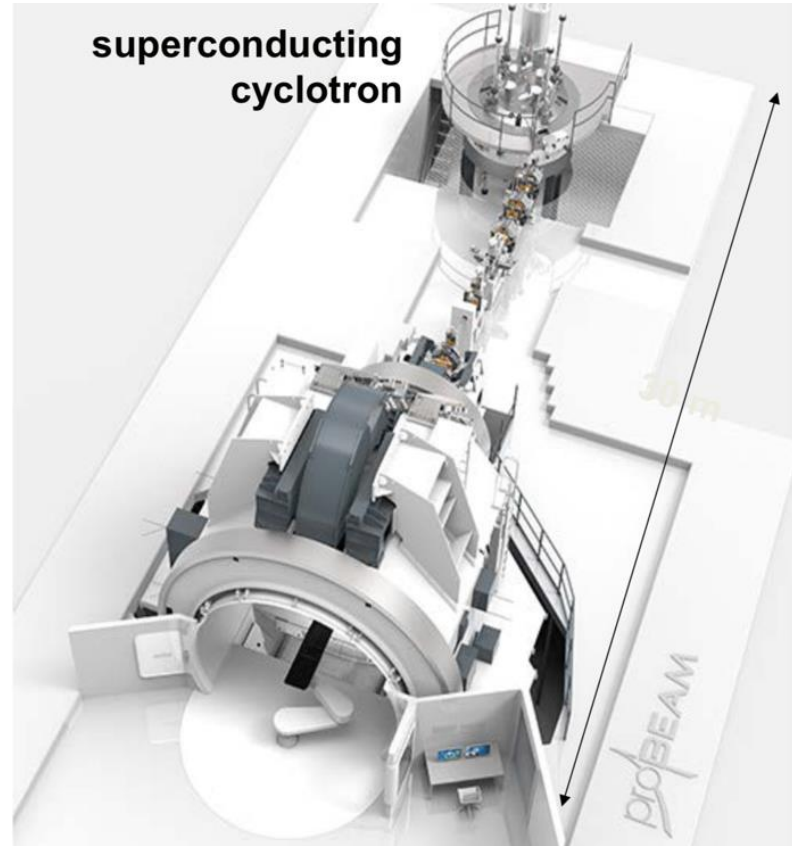


Επιταχυντές για την υγεία

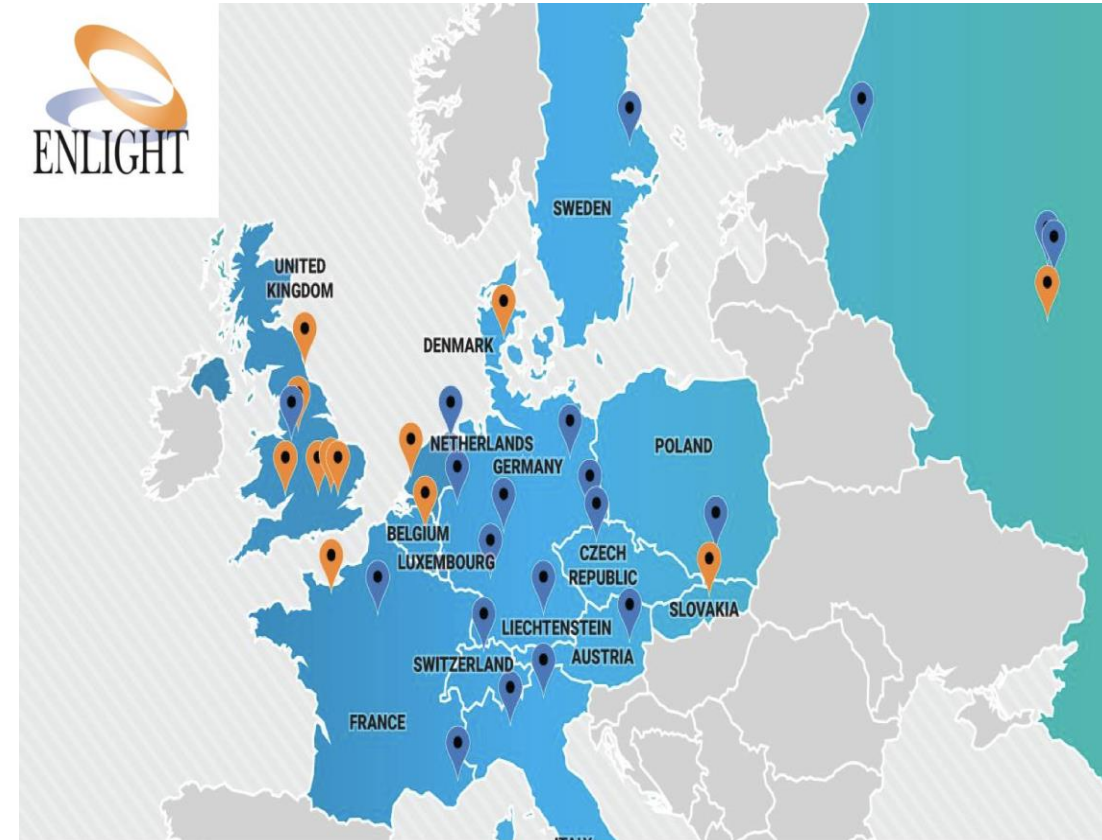
Conventional x-ray Radiotherapy



Particle/Hadron Therapy with protons



Hadron Therapy centers in Europe (2018)



Τέσσερα κέντρα σωματιδιακής θεραπείας βαρέων ιόντων για θεραπεία καρκίνου στην Ευρώπη

MedAustron, Αυστρία



CNAO, Ιταλία



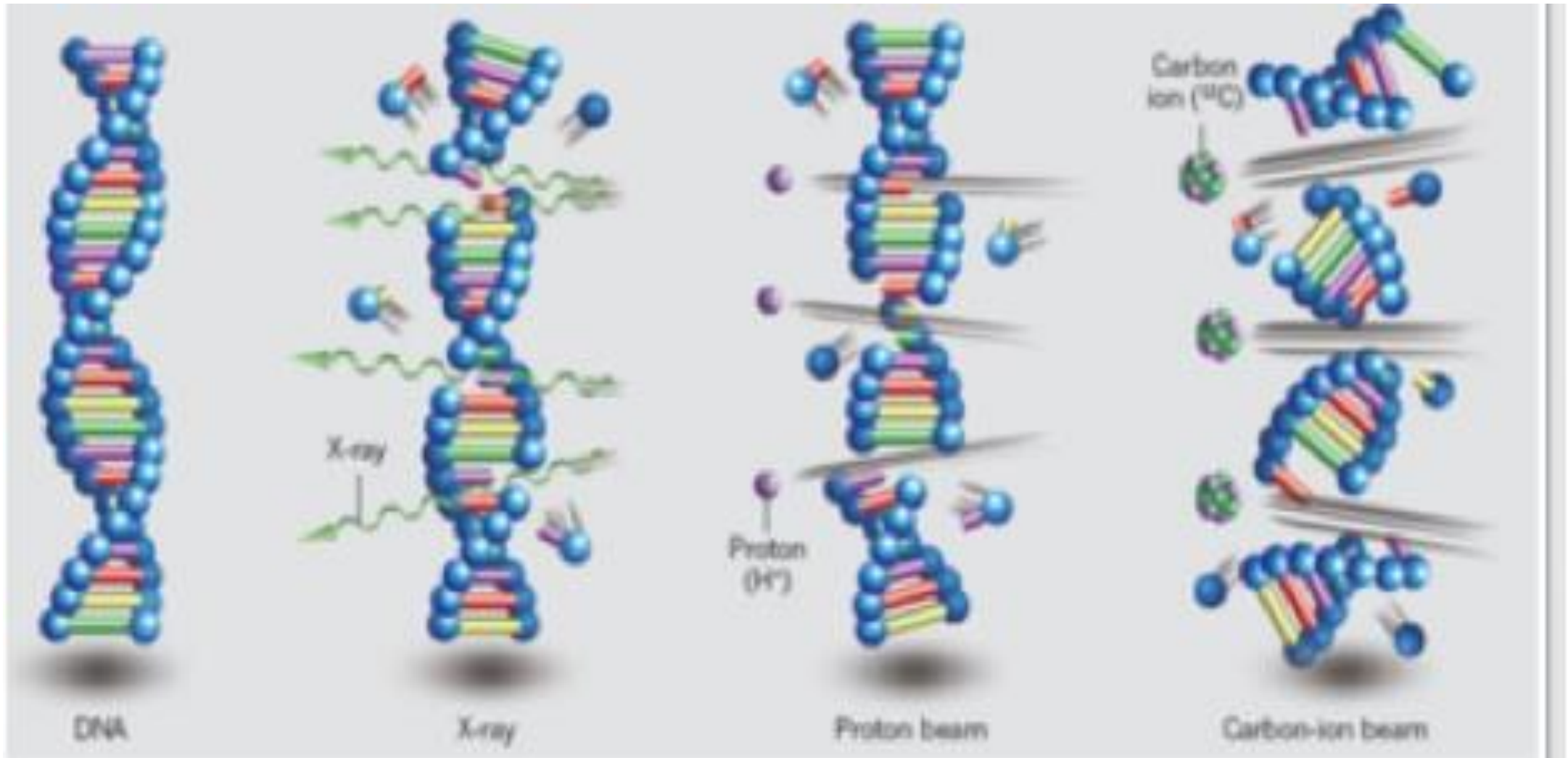
HIT, Γερμανία



MIT, Γερμανία



Οπλοστάσιο για θεραπεία καρκινικών όγκων



DNA

φωτονια

πρωτονια

ιοντα ανθρακα

Οφέλη Επιταχυντών για την Κοινωνία

Accelerator and Society

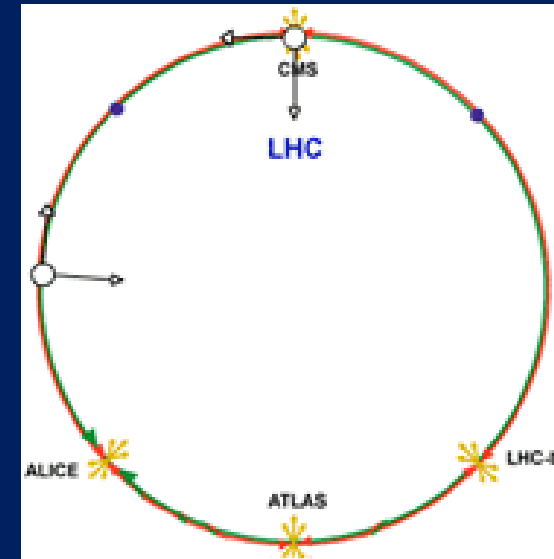
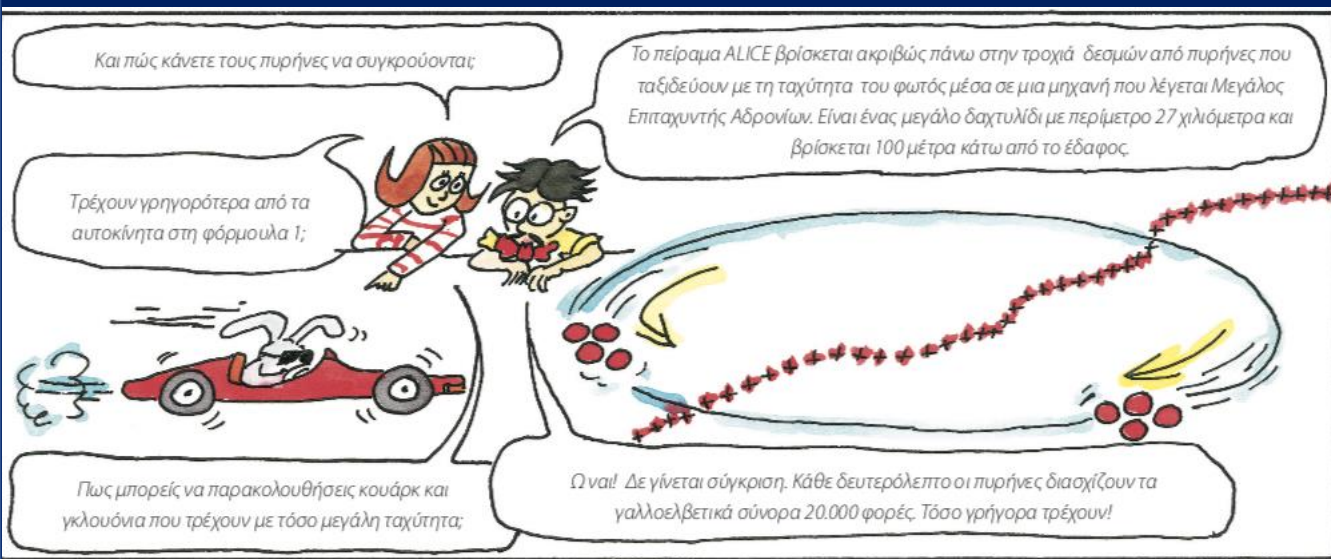
Over 30'000 particle accelerators are in operation world-wide.

Only ~1% are used for fundamental research.

Medicine is the largest application with more than 1/3 of all accelerators.

Research		6%
	<u>Particle Physics</u>	0,5%
	<u>Nuclear Physics, solid state, materials</u>	0,2 - 0,9%
	<u>Biology</u>	5%
Medical Applications		35%
	<u>Diagnostics/treatment with X-ray or electrons</u>	33%
	Radio-isotope production	2%
	Proton or ion <u>treatment</u>	0,1%
Industrial Applications		<60%
	Ion implantation	34%
	<u>Cutting and welding with electron beams</u>	16%
	<u>Polymerization</u>	7%
	Neutron <u>testing</u>	3.5%
	Non destructive <u>testing</u>	2,3%

Ο επιταχυντής LHC και τα μεγάλα πειράματα: ALICE, ATLAS, LHCb, CMS

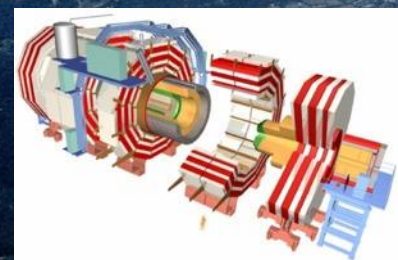
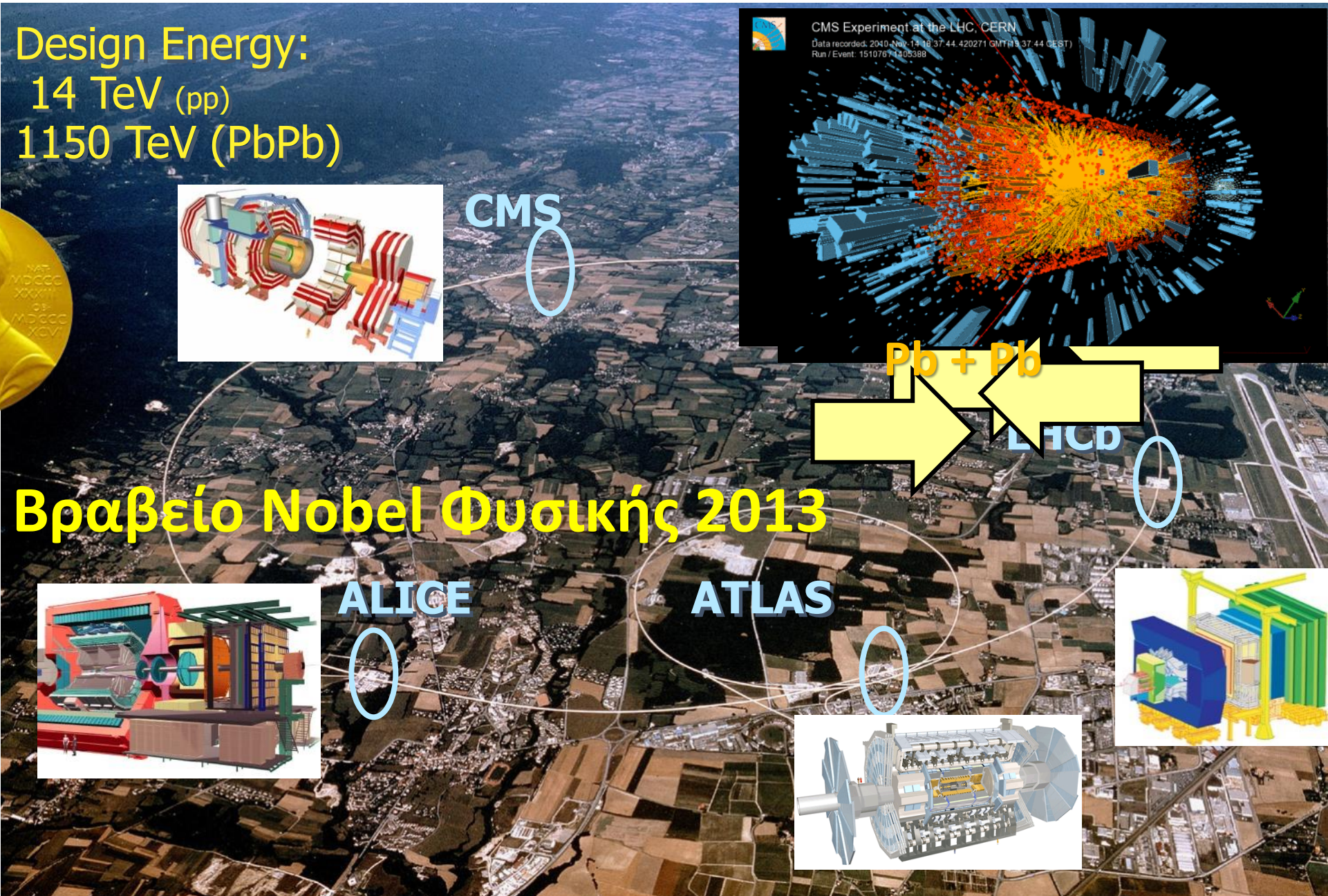


Large Hadron Collider of 'Large Hadrons'

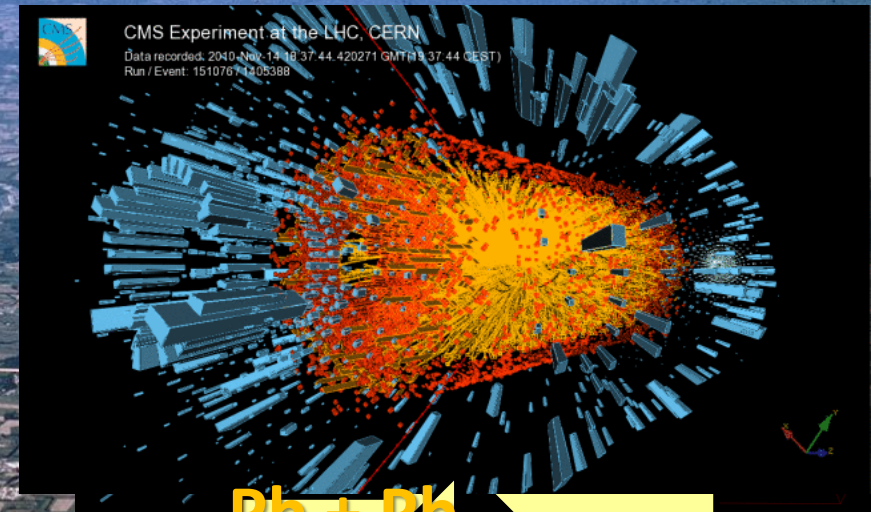
Design Energy:
14 TeV (pp)
1150 TeV (PbPb)



Βραβείο Nobel Φυσικής 2013



CMS



Pb + Pb

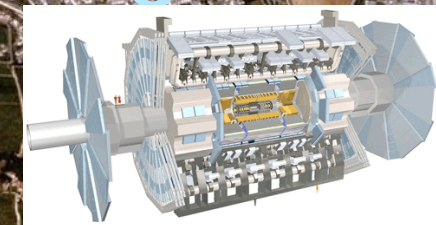


LHCb

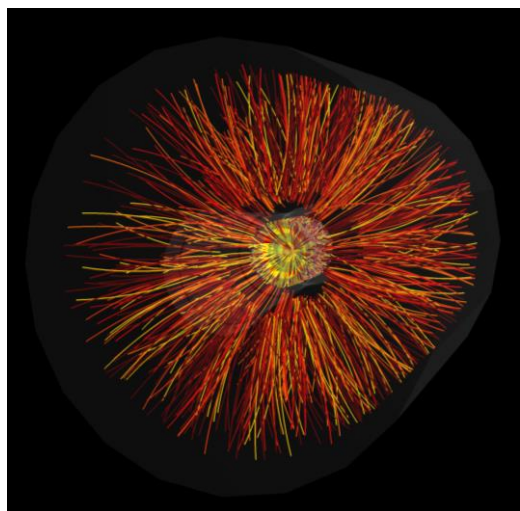


ALICE

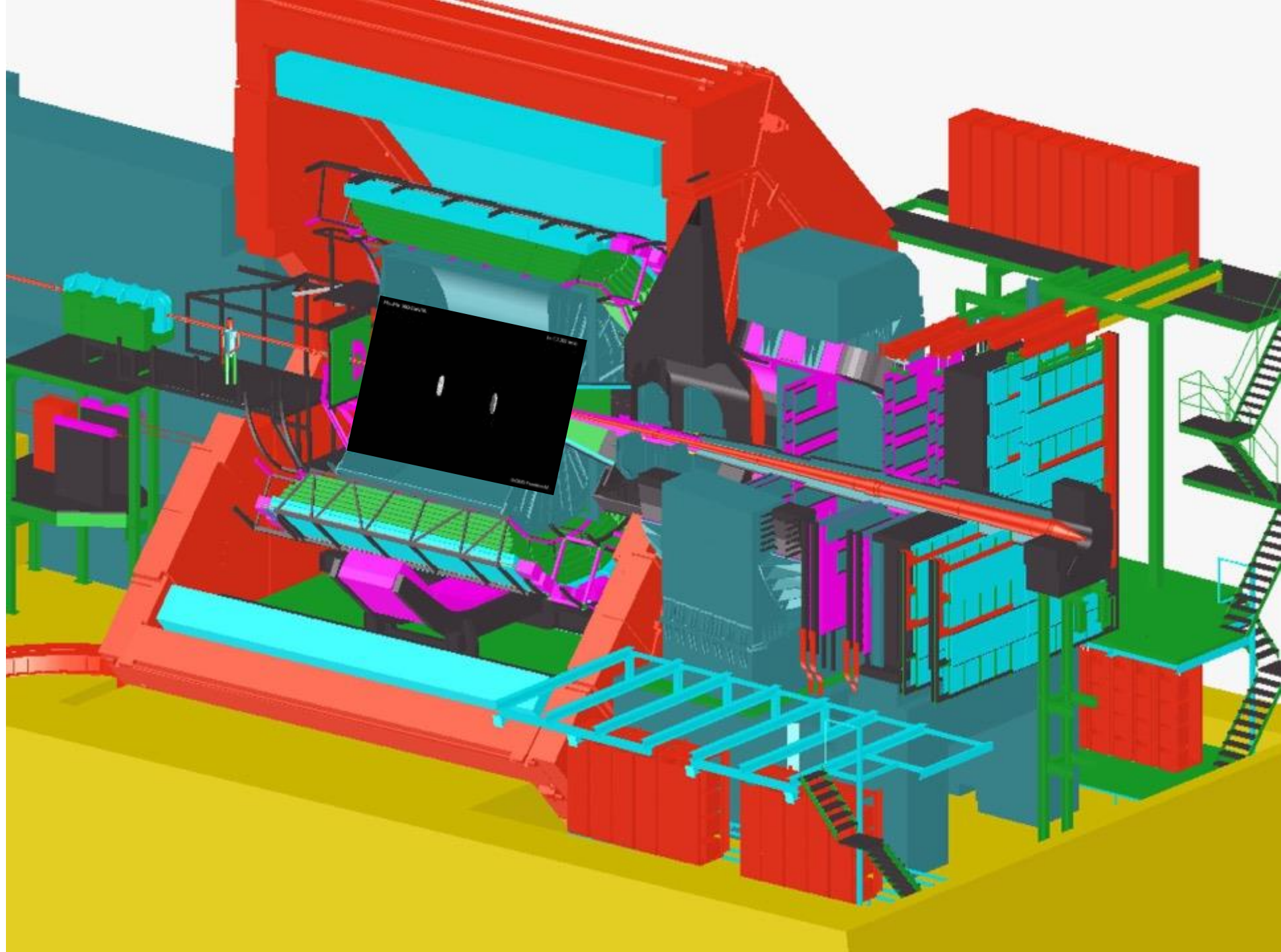
ATLAS



Πείραμα ALICE ηλεκτρονική κάμερα

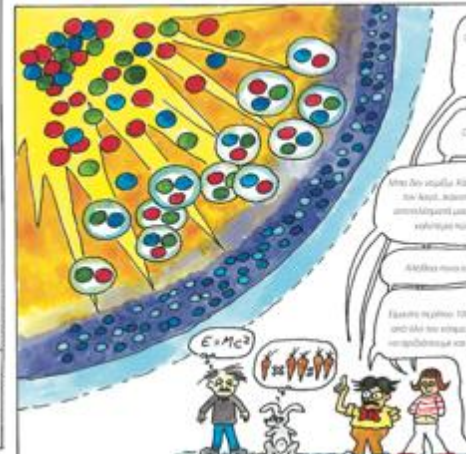
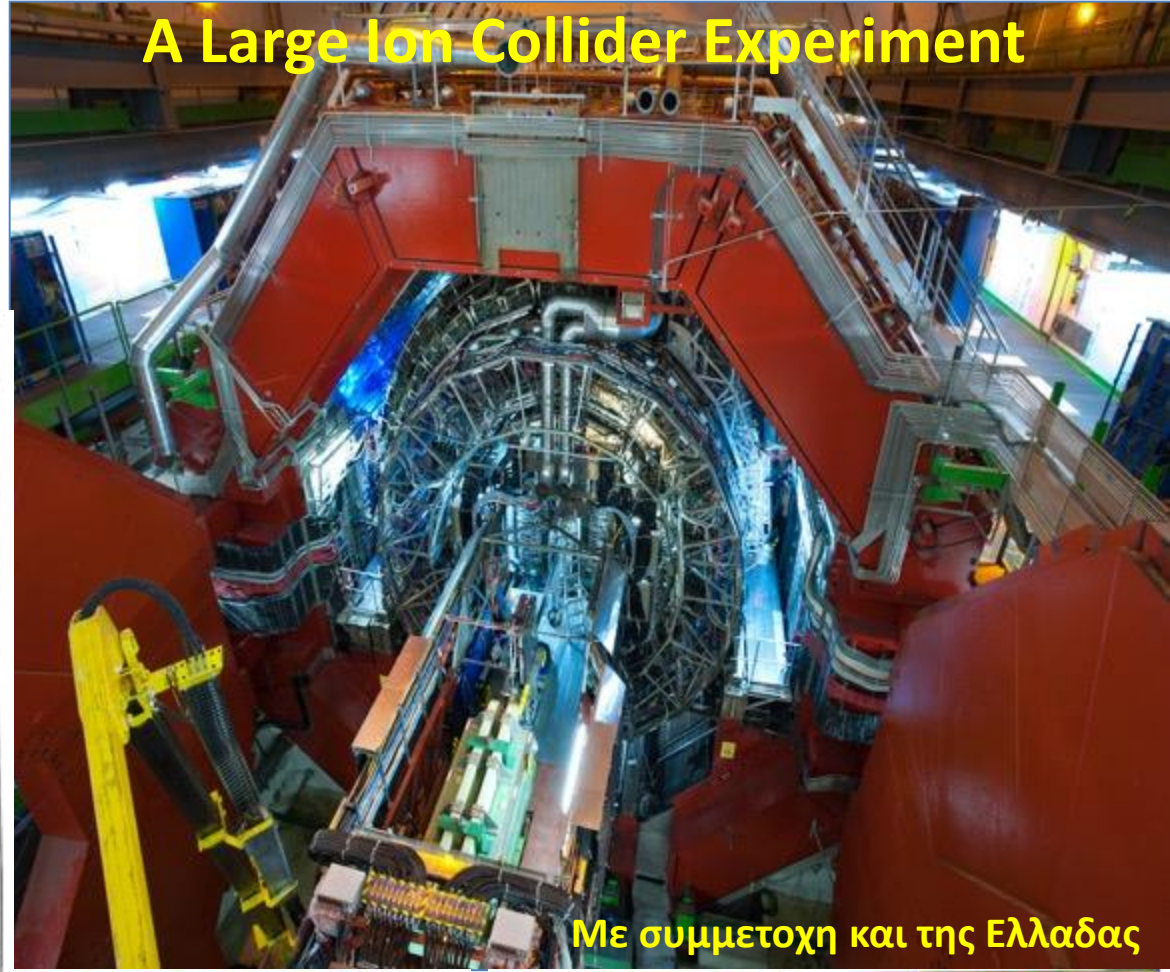
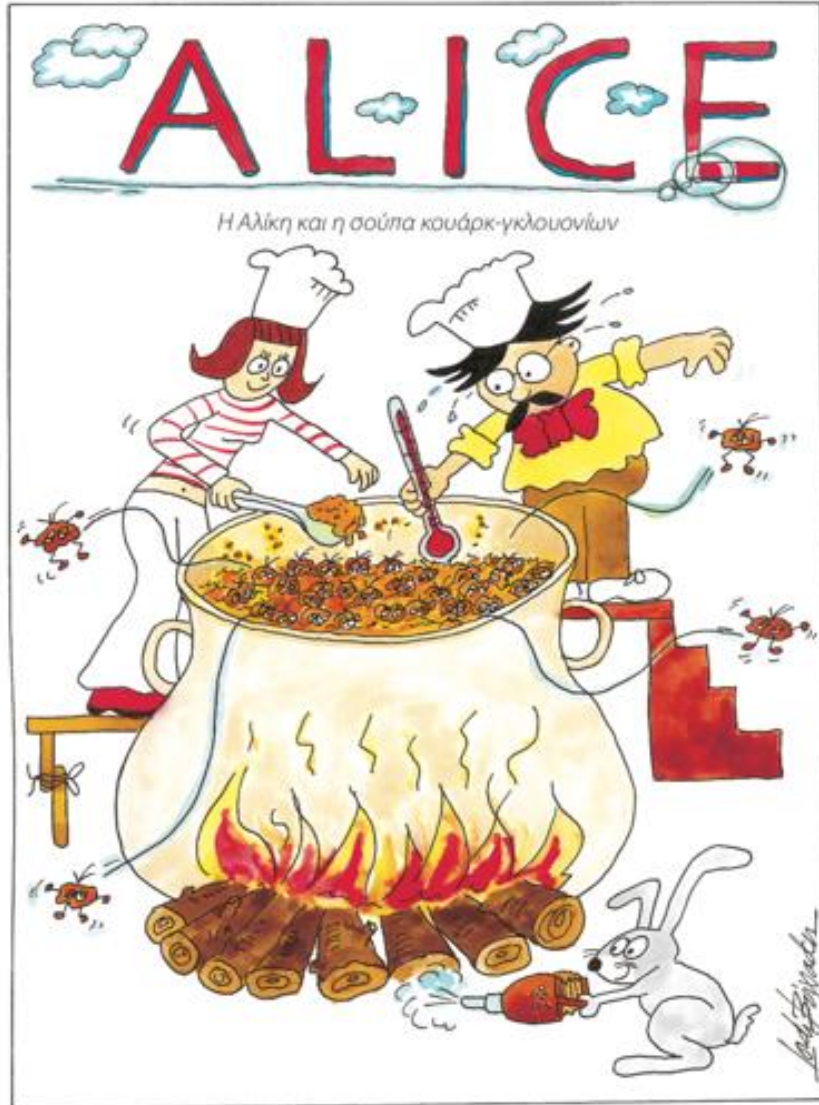


Το πείραμα ALICE
έχει σχεδιαστεί
για την μελέτη
των συγκρούσεων
βαρέων ιόντων



ALICE

Πείραμα Βαρέων Ιόντων στο CERN LHC



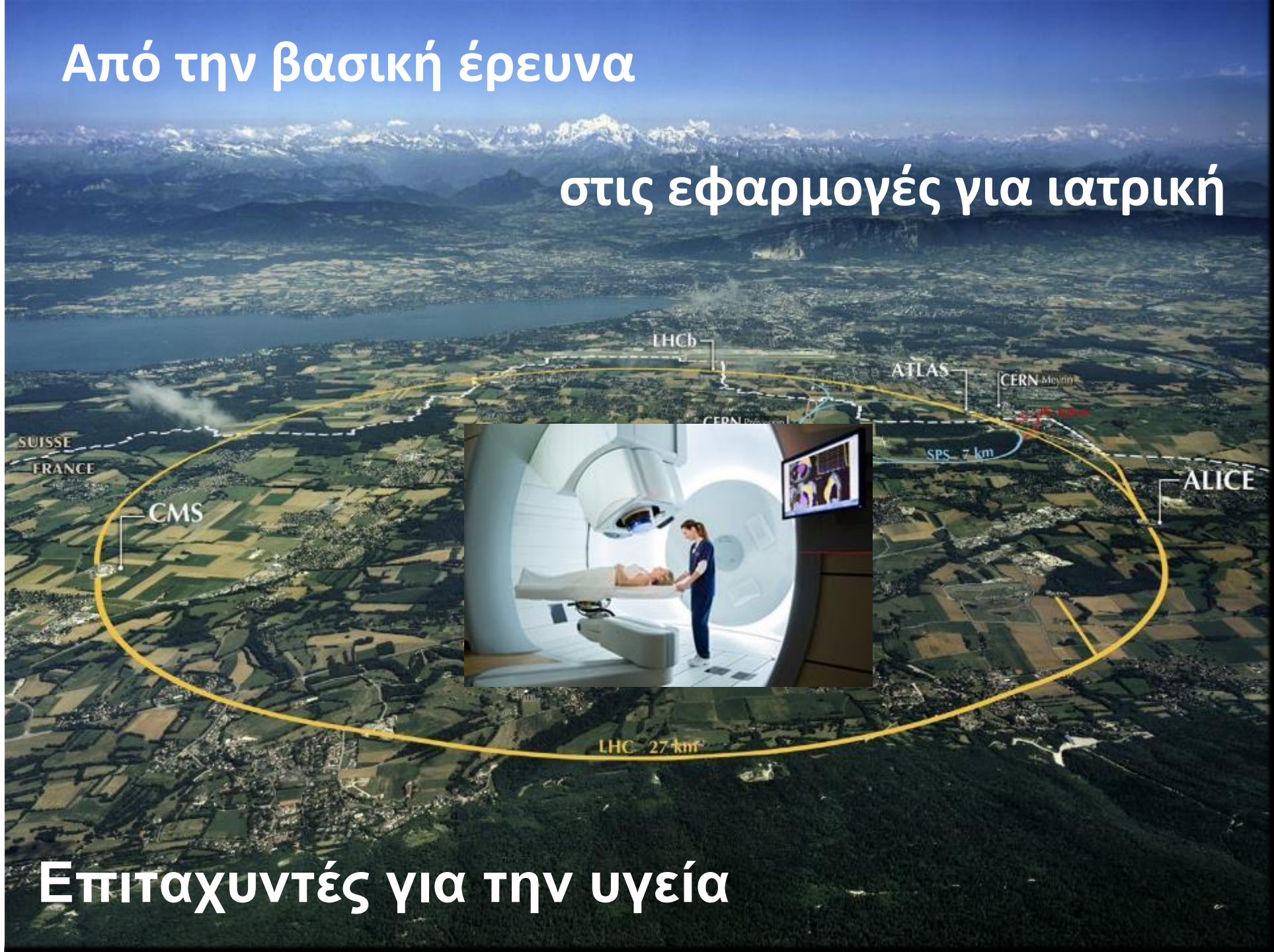
Από την βασική έρευνα

**Ποια είναι
τα οφέλη;**

στις εφαρμογές για ιατρική

Η τεχνολογία επιταχυντών
χρησιμοποιείται για έρευνα
και για θεραπεία καρκίνου

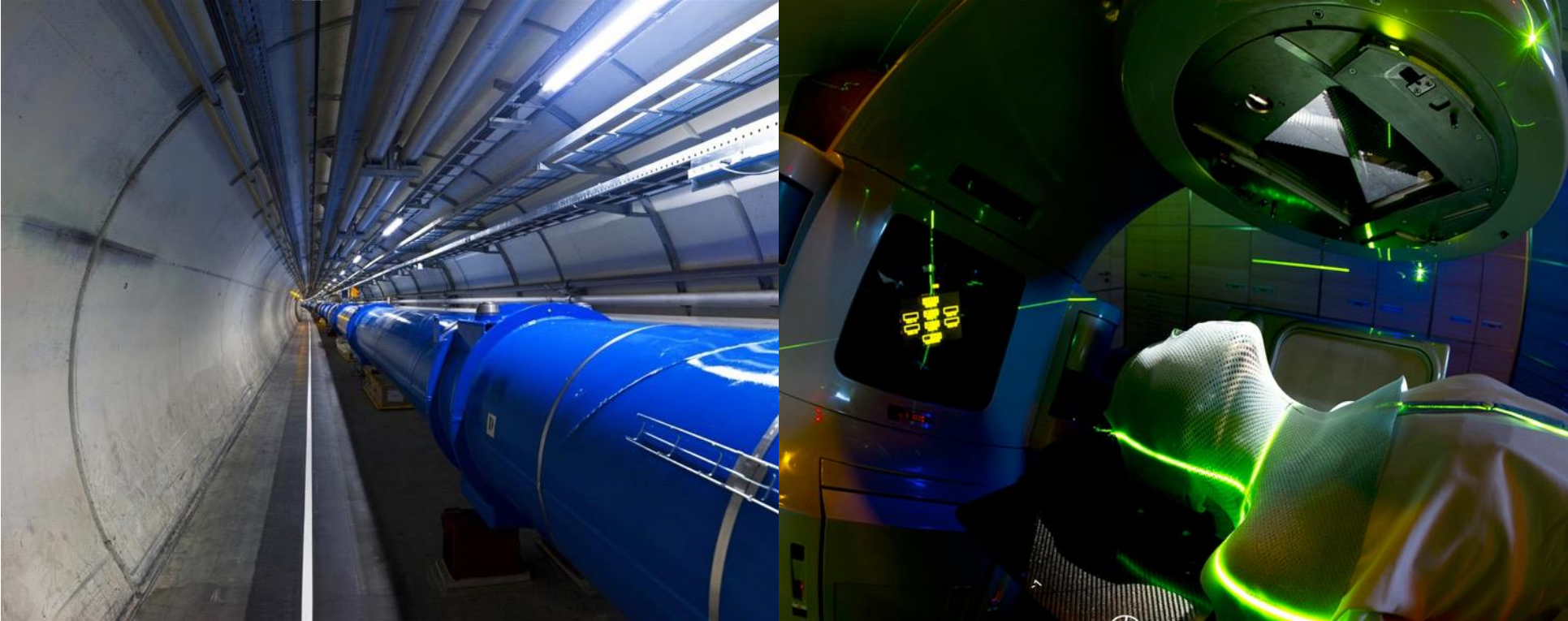
Καινοτόμες τεχνολογίες
που αναπτύσσονται
για τα μελλοντικά σχέδια
του CERN
ήδη βρίσκουν εφαρμογές



Επιταχυντές για την υγεία

Επιταχυντές για την υγεία

Από την έρευνα...

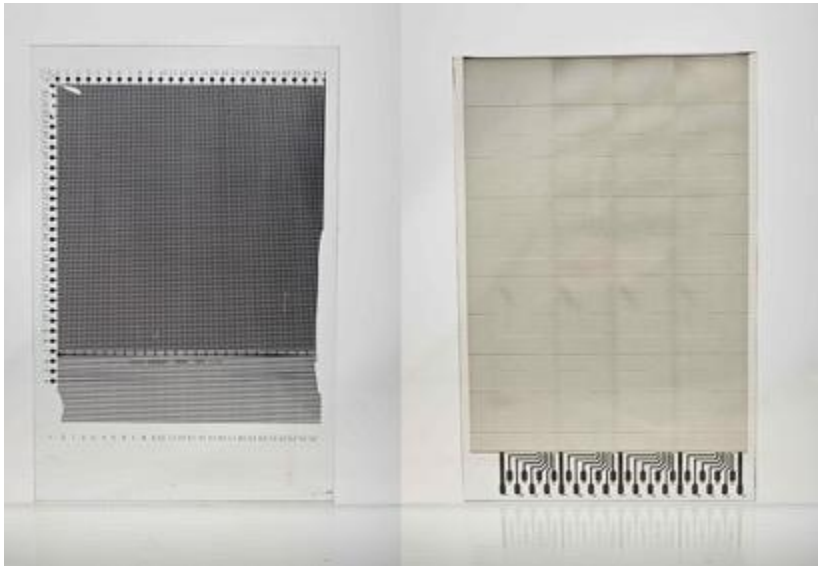


.....στις ιατρικές εφαρμογές

Οφέλη για την κοινωνία

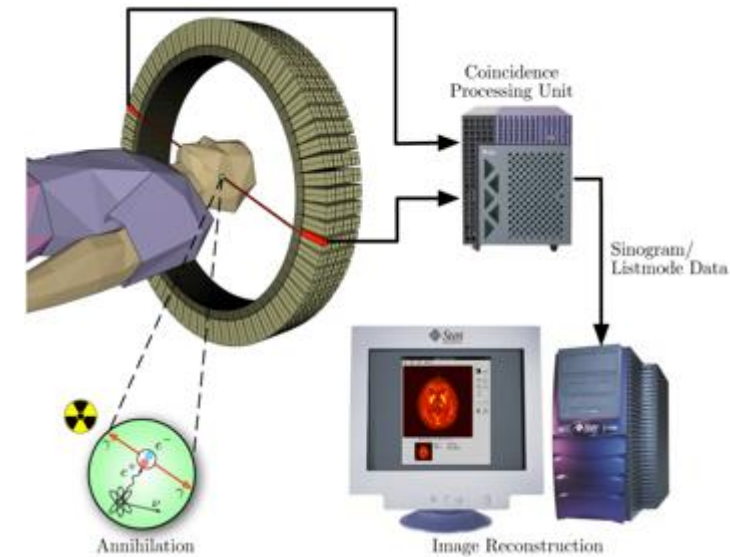
Αν και η έρευνα για τα βασικά επιστημονικά ερωτήματα της Φυσικής δεν αποσκοπεί στην παραγωγή “προϊόντων” άμεσης χρησιμότητας, εντούτοις **πολλές εφευρέσεις ωφέλιμες για τον απλό άνθρωπο ξεκίνησαν από την έρευνα της φυσικής στο CERN.**

Οθόνη Επαφής (touchscreen) World Wide Web (WWW)



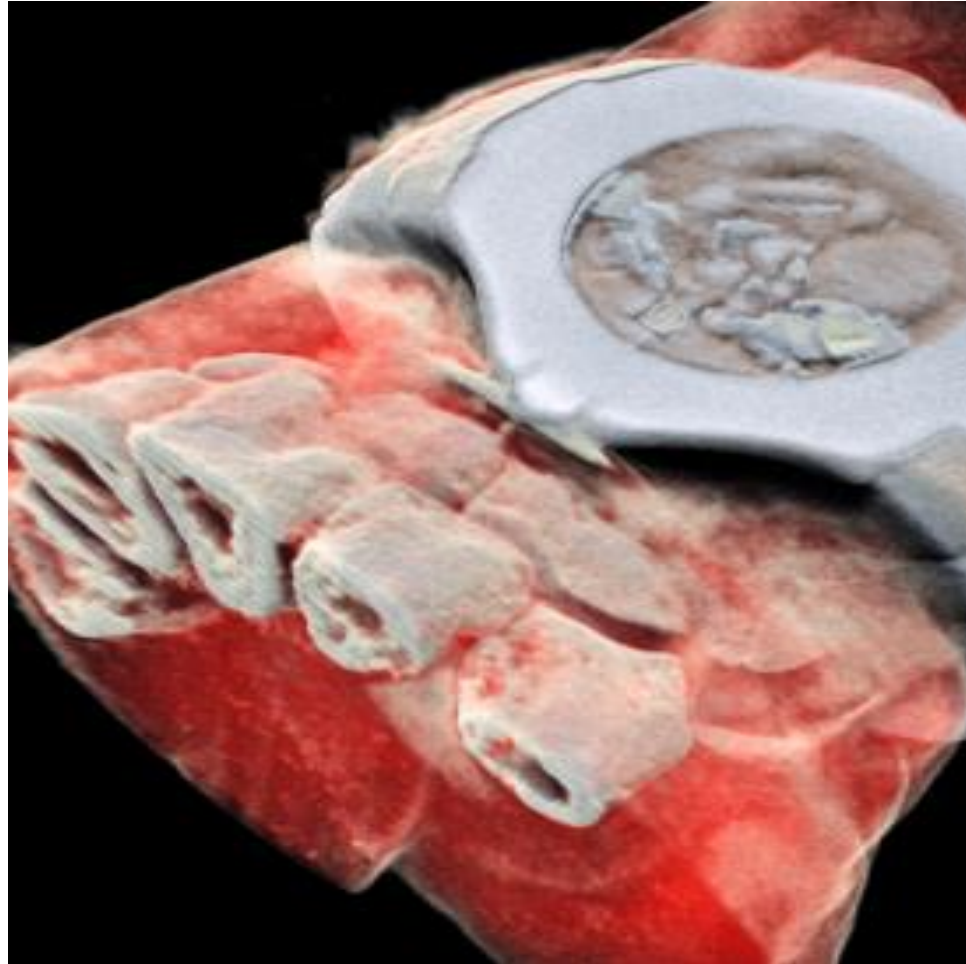
Tim Berners-Lee

PET scan



Ο σκοπός των ερευνητικών κέντρων είναι η βασική έρευνα, η κατάκτηση γνώσης. 20

Έγχρωμες ακτινογραφίες



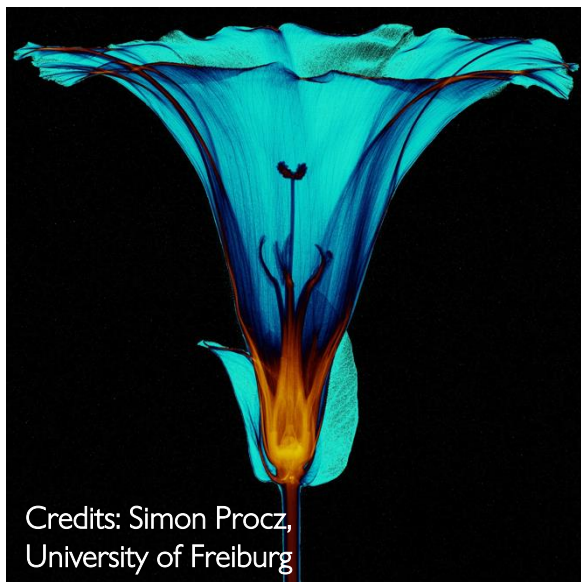
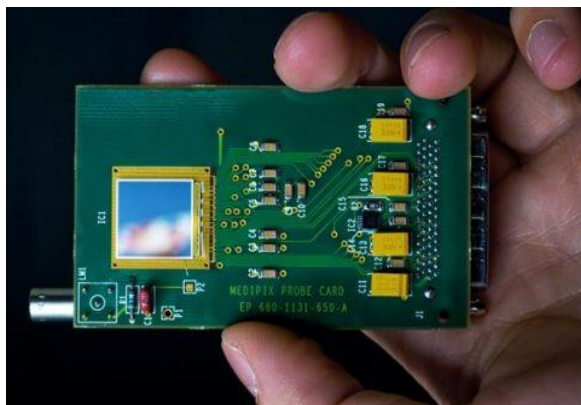
Από την πρώτη ακτινογραφία, στην πρώτη έγχρωμη ακτινογραφία

Rontgen 1895,

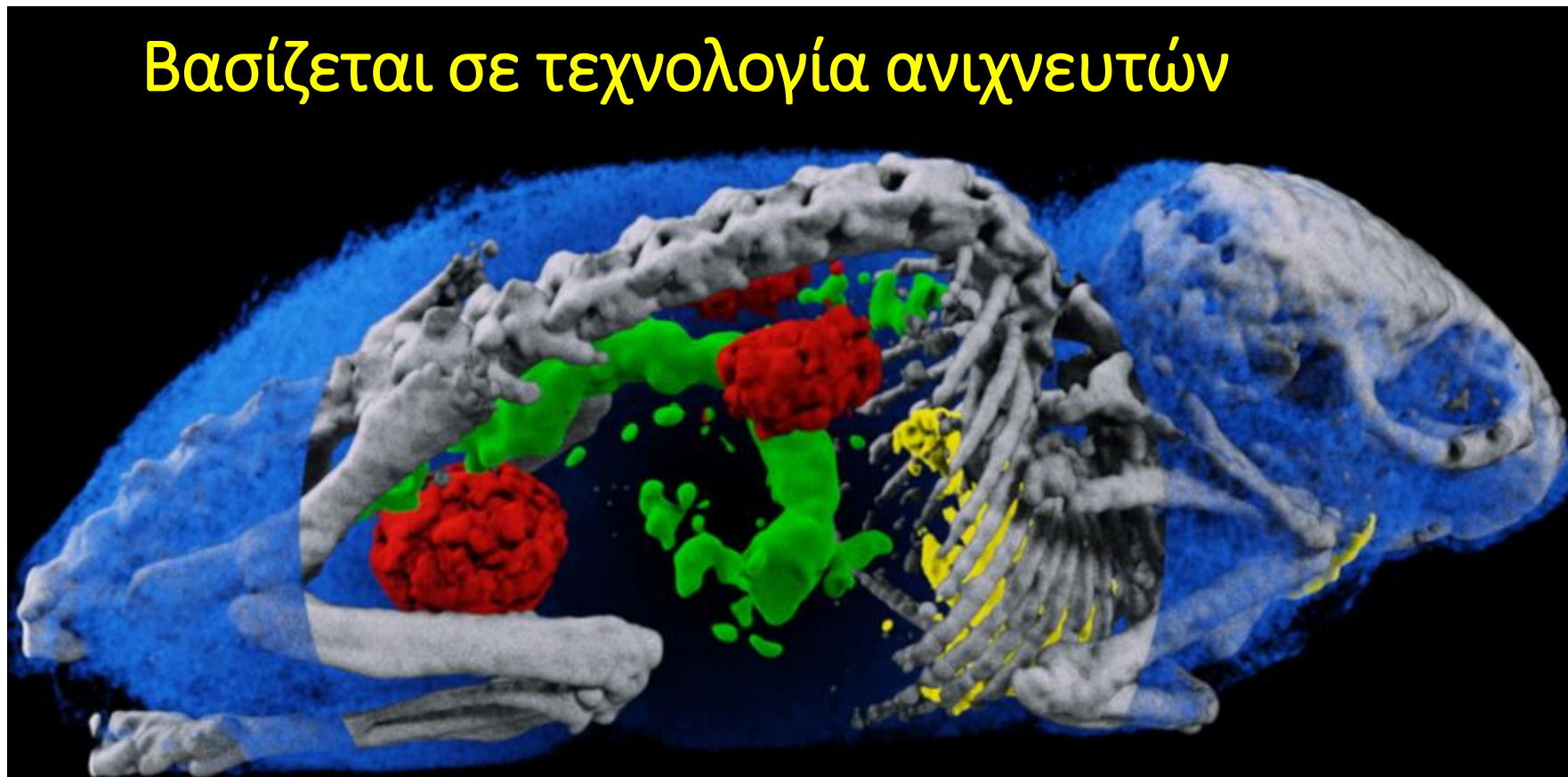
to CERN technology 2018

Έγχρωμες ακτινογραφίες

Από την ανίχνευση σωματιδίων με ανιχνευτές silicon pixel στην έγχρωμη «ακτινογραφία» (Medipix)

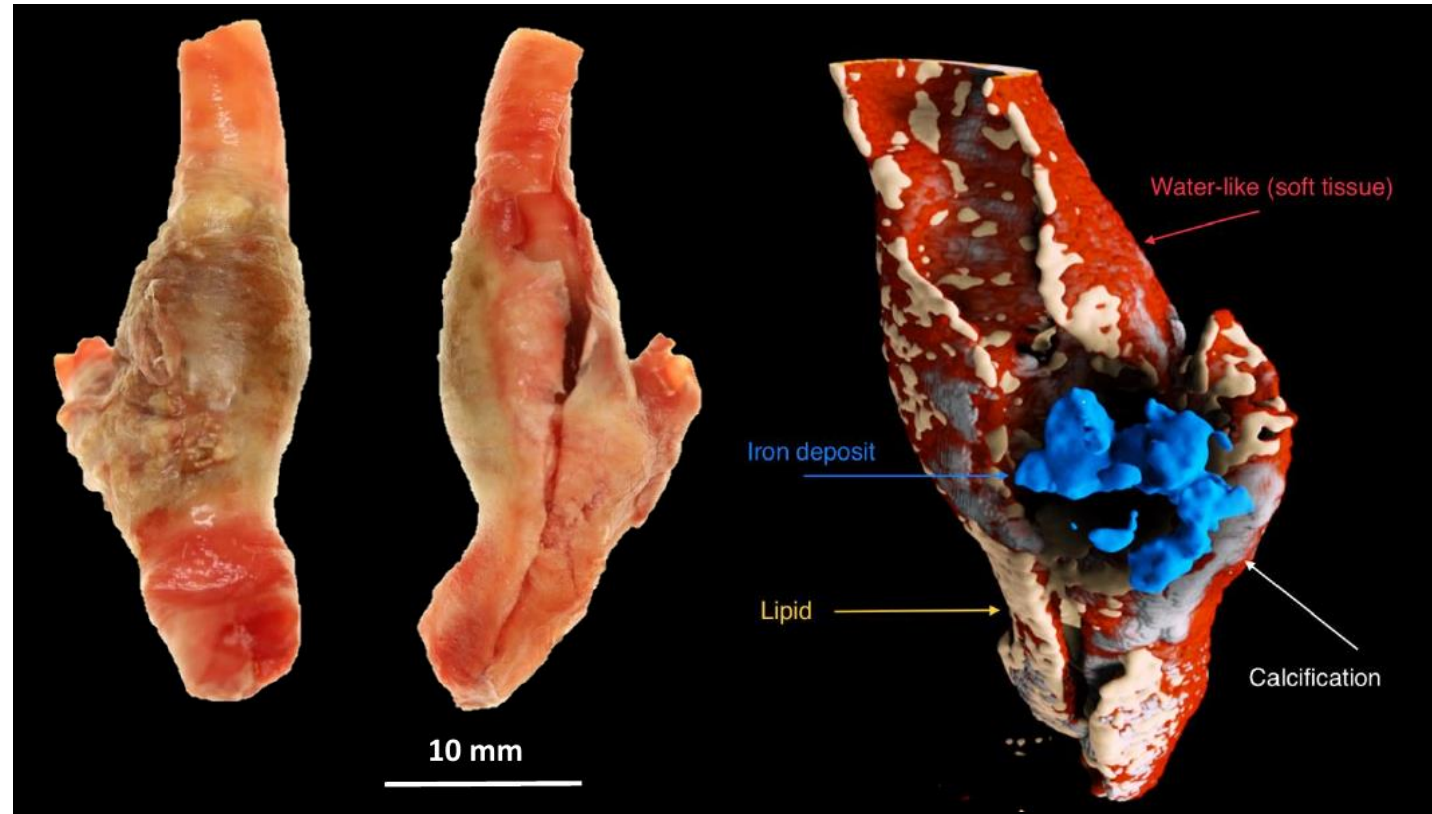


Βασίζεται σε τεχνολογία ανιχνευτών



The water has been partly cut away to reveal the
bone, gold, gadolinium and iodine

Μοριακή απεικόνιση



Καρδιαγγειακές ασθένειες: αιτία των 37% των θανάτων στην ΕΥ.

Steven Giese, Uni. Canterbury

CT scanner πρωτονίων ALPIDE ALICE

ALPIDE: A New Methodology for Proton CT

ALPIDE: Μια νέα μεθοδολογία για CT πρωτονίων

Success Story



**Ανιχνευτής ALPIDE:
A new Monolithic Active Pixel Sensor**

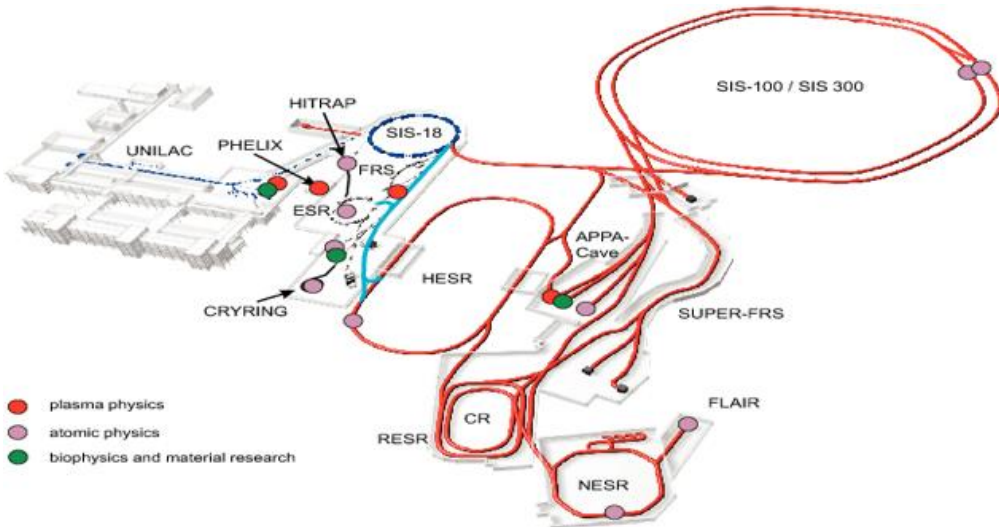
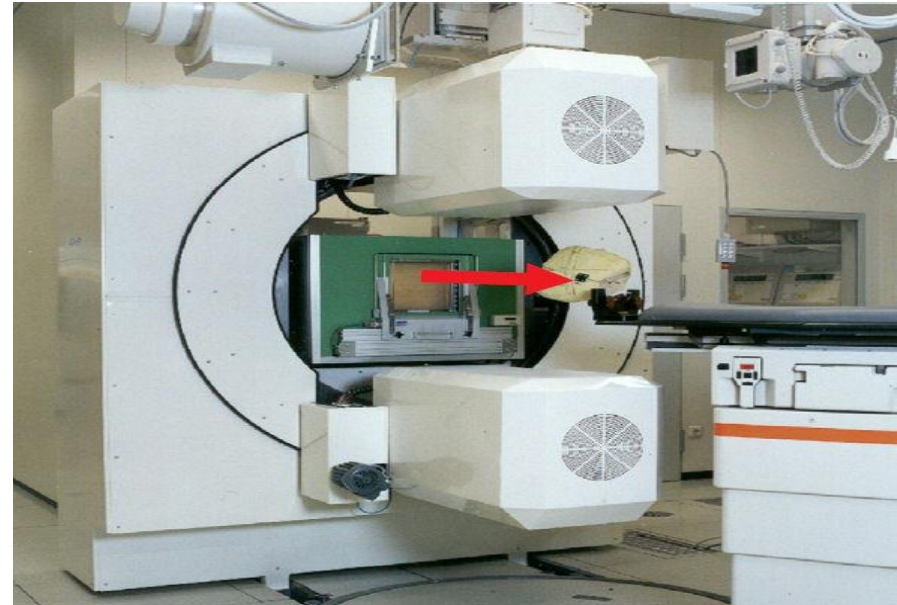
Application Domains: Medtech

A new Monolithic Active Pixel Sensor, originally developed to upgrade the ALICE inner tracking system during the second long shutdown of LHC, is on its way to Bergen University for a very different application – Proton Computed Tomography (Proton CT). The University will use the technology for research and development of a Proton CT proof-of-concept project using the high time and space resolution of the ALPIDE chip. Proton CT is a technique based on the measurement of a proton's position/trajectory and energy before and after traversing an object to reconstruct an image of the object. Unlike conventional X-ray CT systems, where the technology is widely understood, proton CT still faces some technological challenges

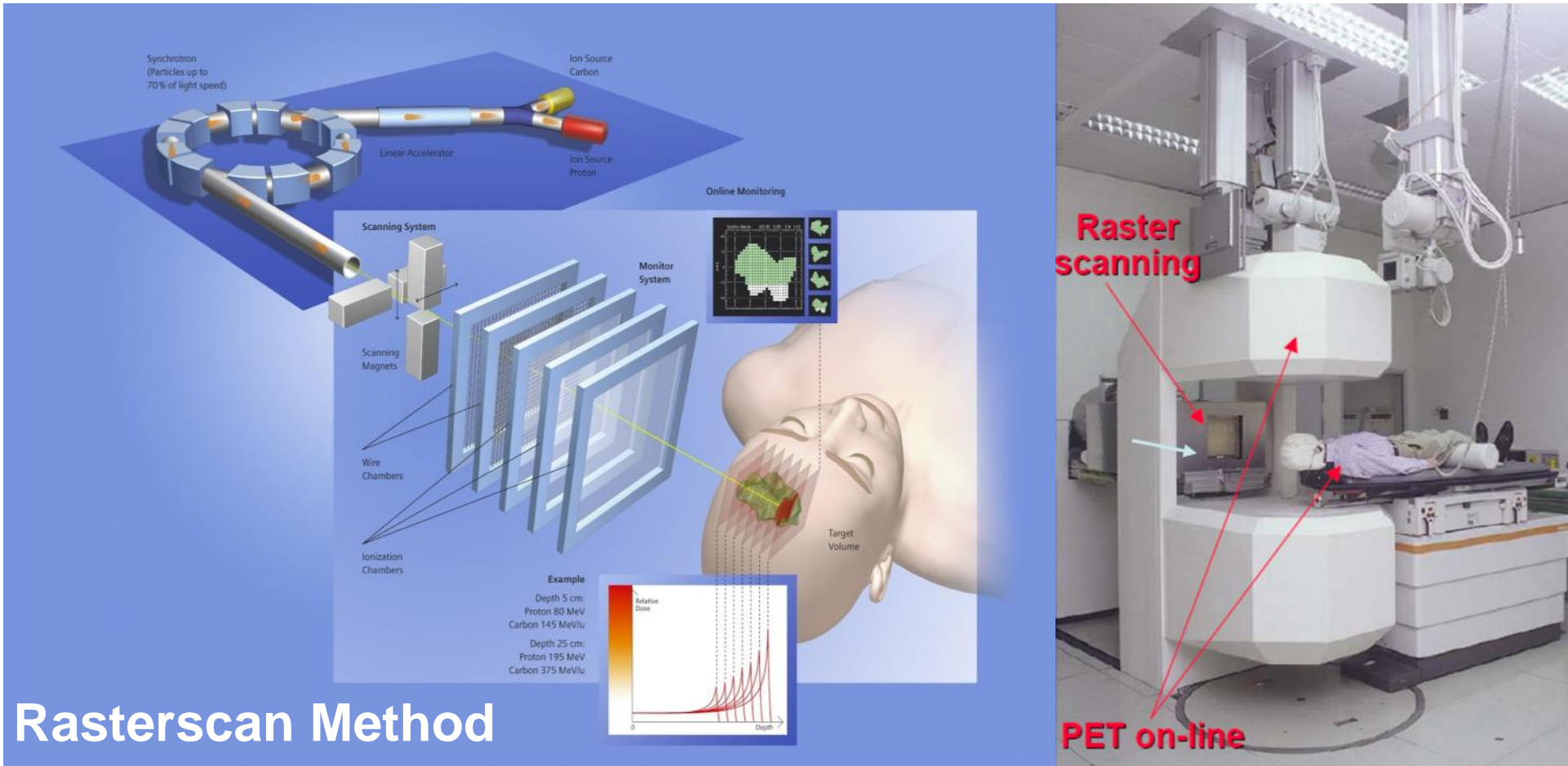
Βαρέα Ιόντα για Θεραπεία Καρκίνου στο GSI

Πρωτοποριακή έρευνα στο GSI

Ιόντα άνθρακα για θεραπεία καρκίνου



Βαρέα Ιόντα για Θεραπεία Καρκίνου στο GSI



Haberer et al., NIM A , 1993

Εφαρμόστηκε στα κέντρα θεραπείας του HIT της Χαϊδελβέργης και MIT στο Marburg της Γερμανίας

Βαρέα Ιόντα για Θεραπεία Καρκίνου στο Πανεπιστημιακό νοσοκομείο της Χαιδελβεργης

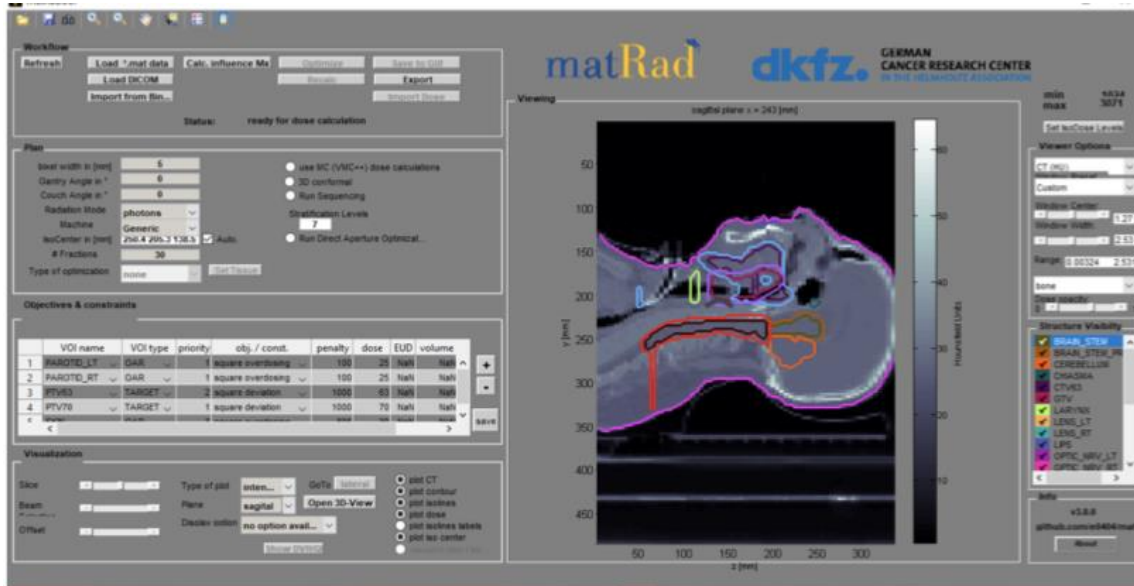


Particle Therapy MasterClass

Βασισμένο σε επαγγελματικό open source λογισμικό, για έρευνα και επιμόρφωση
Για τον υπολογισμό κατανομής της δόσης (σχεδιασμού πλάνων θεραπείας) : **matRad**

Με φωτόνια, πρωτόνια και ιόντα

[matRad: www.matrad.org](http://www.matrad.org)

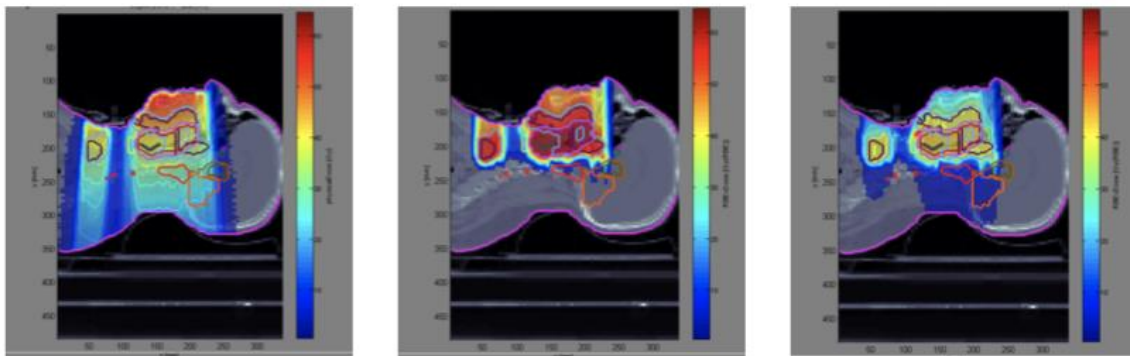


The screenshot shows the matRad software interface. On the left, there are several panels: 'Workflow' with buttons for 'Load *.mat data', 'Load DICOM', and 'Import from Bin'; 'Plan' with various parameters like 'Beam width', 'Gantry angle', 'Couch angle', 'Radiation mode', 'Machine', 'IsoCenter', '# Fractions', and 'Type of optimization'; 'Objectives & constraints' with a table of VOI names, types, priorities, and constraints; and 'Visualization' with options for 'Show', 'Beam', and 'Other'. The main window displays a 3D visualization of a patient's head and neck in a sagittal plane, with various contours and a color scale for dose distribution. The top right corner shows the 'matRad' logo and 'dkfz. GERMAN CANCER RESEARCH CENTER IN THE HELMHOLTZ ASSOCIATION'.

VOI name	VOI type	priority	obj. / const.	penalty	dose	EUD	volume
1. PAROTID_L	ORG	1	square overbrng	100	20	NaN	NaN
2. PAROTID_RT	ORG	1	square overbrng	100	20	NaN	NaN
3. PTXND	TARGET	3	square deviation	1000	80	NaN	NaN
4. PTXV	TARGET	1	square deviation	1000	70	NaN	NaN

Αναπτύχθηκε στην Heidelberg από το DKFZ, Γερμανικό κέντρο έρευνας για τον καρκίνο

Demo⁴ of the matRad software kit for Treatment Planning .

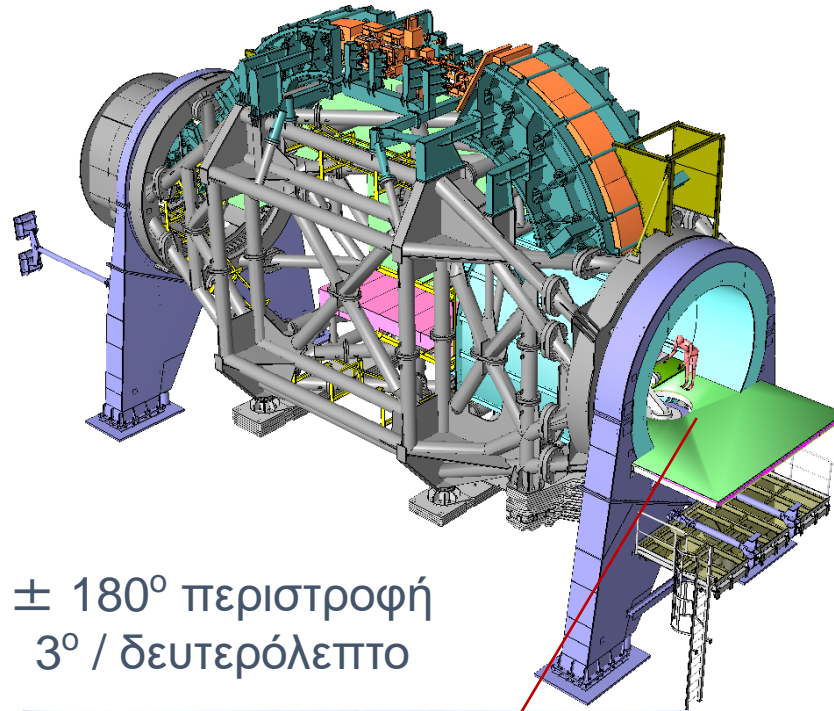


Εικονικό κέντρο σωματιδιακής θεραπείας



13m διάμετρος
25m μήκος
600 τόνοι

Gantry στο HIT



$\pm 180^\circ$ περιστροφή
3° / δευτερόλεπτο



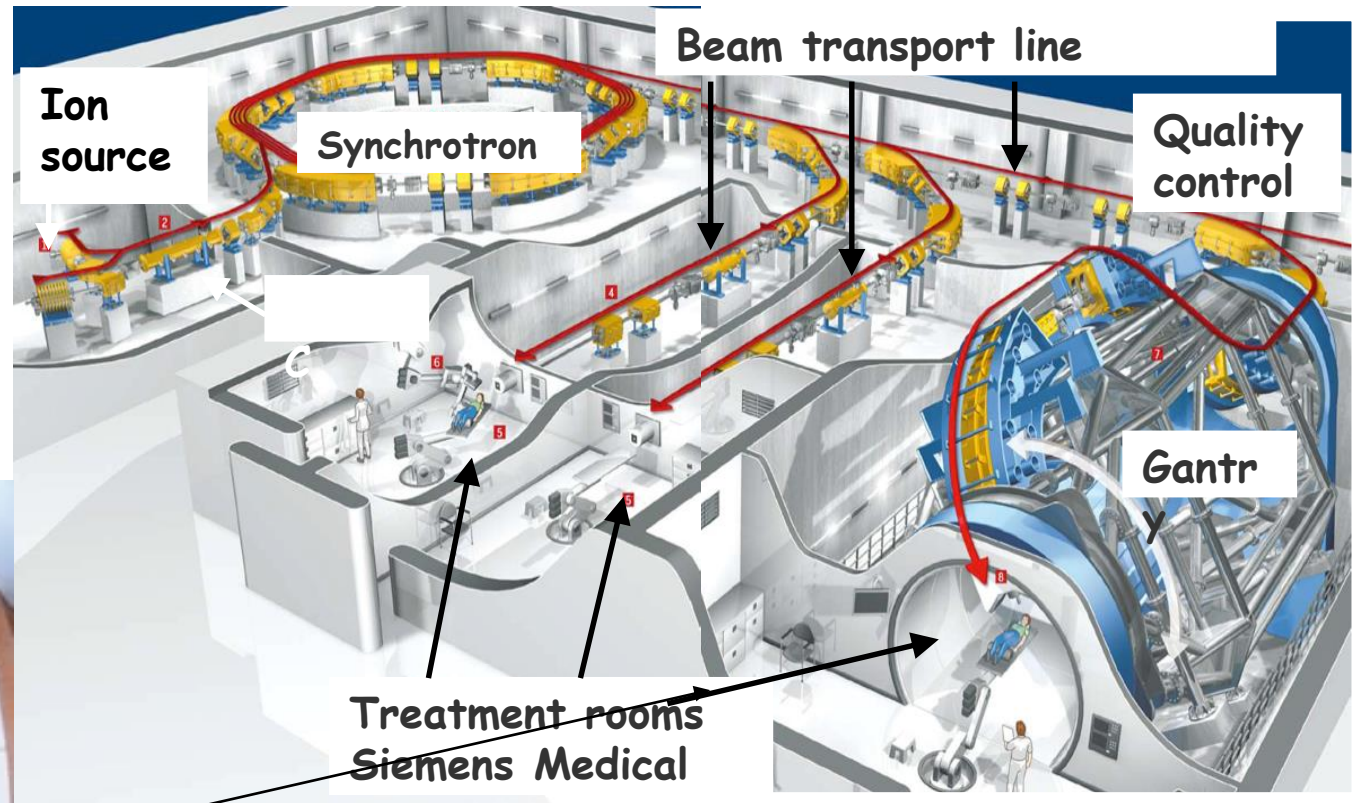
Το πρώτο παγκόσμιο gantry ιόντων

HIIT κέντρο θεραπείας καρκίνου με ιόντα άνθρακα

Το πρώτο κέντρο θεραπείας ιόντων στην Ευρώπη: Το HIIT στην Heidelberg

Ξεκίνησε την θεραπεία ασθενών το 2009.

Ακολούθησε το MIT στο Marburg



Επόμενη γενιά εγκαταστάσεων για θεραπεία καρκινικών όγκων με δέσμες ιόντων



January 15, 2018

Διαδικτυακή ενημέρωση
Παρασκευή 6 Νοεμβρίου
Με ηχογράφιση παρουσιάσεων
<https://indico.cern.ch/event/968289/>



Δ. Καπρινης

Πρόταση για κέντρο έρευνας και θεραπείας καρκινικών όγκων με δέσμες ιόντων στα βαλκάνια

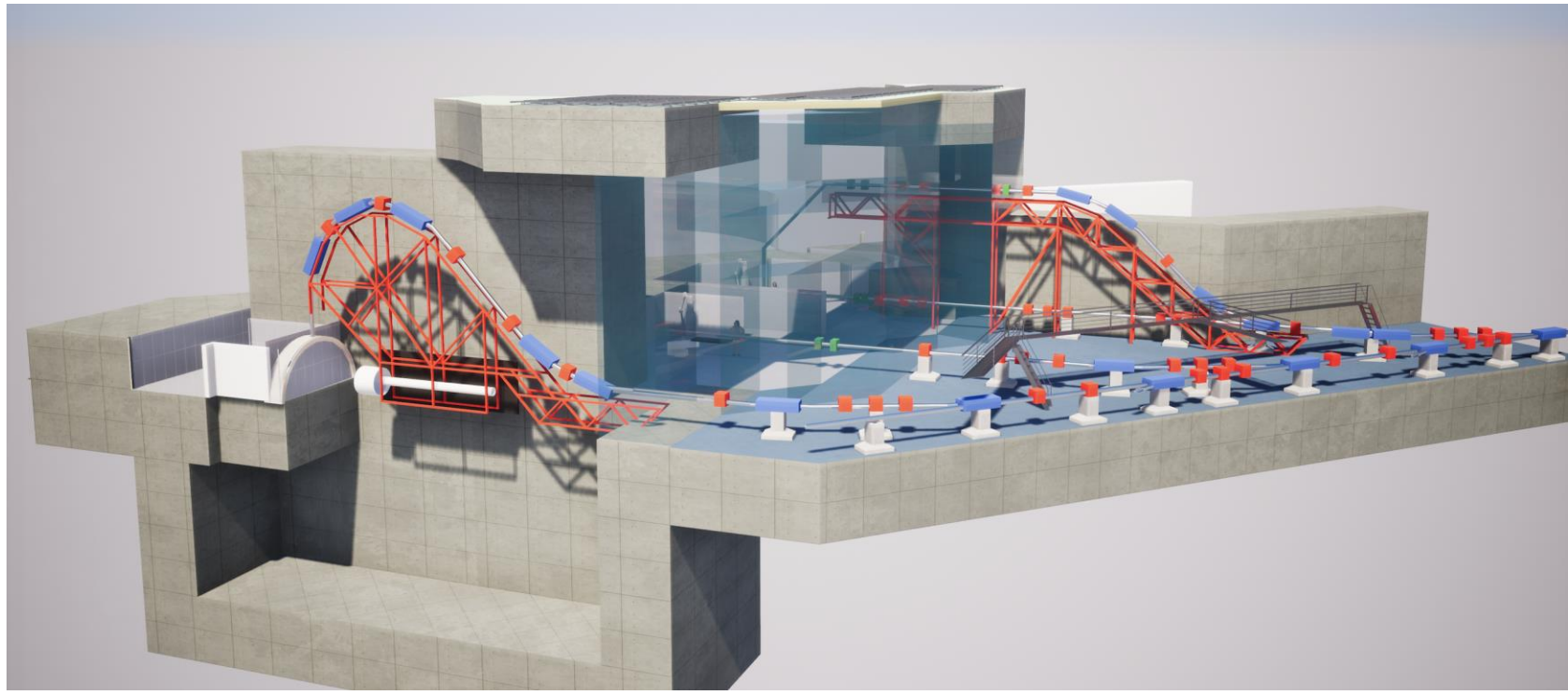
Beam Delivery

Gantry at HIT



600 tons

Gantry at SEEIIST



40 tons

Συνέδρια και ενημερώσεις για κοινό

Workshop on Ions for Cancer Therapy, Space Research and Material Science

**SPACE RESEARCH
WORKSHOP
ON IONS FOR
CANCER THERAPY
MATERIAL SCIENCE**

Workshop Main Topics
28-30 of August at Great Arsenali

- Particle therapy status
 - Centres worldwide
 - Treatment planning and imaging novel methods
 - Challenges, new R&D directions
- Space research and dosimetry
- Nanotechnology, electronics and material research
- Modelling and benchmarking of experiments
- Novel accelerators and training

**Chania,
Crete, Greece**

**26 - 30
August
2017**

Public Events
26 of August - science fair at Neorio Moro
27 of August - public talks at Great Arsenali
30 of August - coffee with scientists at Neorio Moro

<https://indico.cern.ch/e/ions2017/>

International Advisory Committee	Organizing Committee	Web Assistants
Ehrenfried Aulrich (TU Braunschweig, Germany) Philip Bevington (University of Oxford, UK) Marco Donelli (CERN, CH, Italy) Frank Engelbrecht (CERN, Germany) Agostino Fallica (Medical School, University of Cambridge, UK) Vladimir Kuznetsov (CERN, Russia) Patrick Madsen (University of Oxford, UK) Boris Murzin (CERN, Russia) George Stenlund (Technical University of Denmark, Denmark) Thomas Strohriegl (CERN, Germany)	T. Fuchs (CERN, Germany) (Chair) C. Balle (CERN, Germany) E. Brunetti (CERN, Switzerland and UNLV, Canada) G. Graf (CERN, Germany) N. Kalchauer (CERN, Germany) B. Prade (CERN, Germany) E. Tegenfeldt (CERN, Switzerland and Oxford, UK) M. Weisberg (CERN, Switzerland) R. Zywonek (CERN, Germany)	E. Andronico (CERN, Russia) K. Faki (CERN, Switzerland) J. Graczykowski (CERN, Poland) M. Jank (CERN, France) A. Katsimvas (CERN, Spain and IPHCN, Russia) D. Stathopoulos (CERN, Greece)



Focus on medical applications

Archamps, 19 June 2018

6

Θέμα: οφέλη για την κοινωνία από την βασική έρευνα

Προγραμμα Particle Therapy MasterClass

Conveners: Aristeidis Mamaras (Aristotle University of Thessaloniki (GR)),
Aristeidis Nikolaidis (AUTH), Eleftheria Ioannidou (AUTH), Panagiotis Katzanis (AUTH), Vasileia Repaki (AUTH)

12:25 → 12:45	Break	🕒 20m
12:45 → 13:15	Επίσκεψη σε εργαστήριο/πείραμα του CERN (Visit of a lab or experiment) Real-time virtual visit at ALICE Heavy Ion experiment at the CERN LHC. Particle accelerator: https://youtu.be/Dt0sEPwtSkQ Tumor therapy: https://youtu.be/2KUzT7YZzTA HIT: https://youtu.be/Fw9H_hceNIA FAIR: https://youtu.be/N48YJCJli1lo 3 Years in 3 Min FAIR: https://youtu.be/x0RTwqaRock Biological modeling: https://youtu.be/azVNWptPA40 As an alternative to a visit to a local lab or experiment, videos can be used (see the link below) Animations Link: https://indico.cern.ch/event/840212/page/18000-animations Animations Link: https://indico.cern.ch/event/840212/page/18000-animations Convener: Despina Hatzifotiadou (Universita e INFN, Bologna (IT))	✎
13:15 → 14:30	Διάλειμμα για μεσημεριανό γεύμα (Lunch Break)	🕒 1h 15m
14:30 → 16:45	Πρακτική άσκηση (Hands-on session) Conveners: Aristeidis Mamaras (Aristotle University of Thessaloniki (GR)), Aristeidis Nikolaidis (AUTH), Eleftheria Ioannidou (AUTH), Panagiotis Katzanis (AUTH), Vasileia Repaki (AUTH)	✎
16:55 → 16:56	Σύνδεση στο video conference (Connection to the video conference) Video Conference Zoom Indico Link: https://indico.cern.ch/event/999417/	✎
	Video Conference In...	



Particle Therapy MasterClass

<https://indico.cern.ch/event/840212/>

- Home
 - Posters
 - Aim
 - Materials
 - Agenda
 - Instructions
 - Invitation
 - Survey
 - Articles
 - Photos
 - Contacts and Teams
 - Events
 - Sponsors
-
- Contact
- ✉ pt.mc@cern.ch

Presentations

Presentation of MatRad



Particle Therapy Masterclass

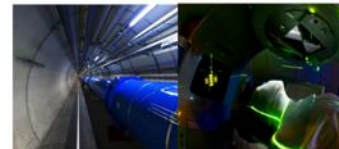
Overview and Pilot Report



For ppt click here.

Presentation of Particle physics to medical applications

Particle physics to medical applications



Manjit Dossanjh, CERN

Introductory presentation in Greek



Εφαρμογές της Φυσικής στη
Θεραπεία του Καρκίνου
Ακτινοθεραπεία

Δρ. Γ. Δίδες
Ludwig-Maximilians-University of Munich
Department of Medical Physics

27 Αυγούστου 2017, Χανιά

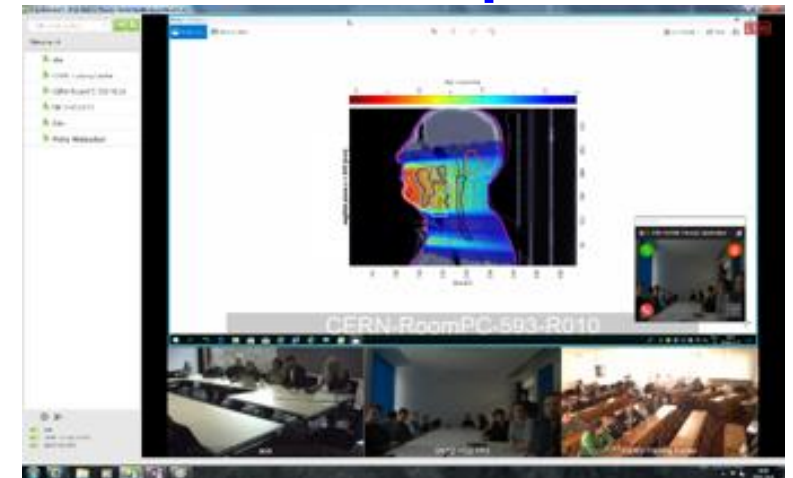


Workflow Instructions

Workflow Instrukcije

στην ιστοσελίδα:
υλικό σε διαφορετικές γλώσσες

Και στα Ελληνικά



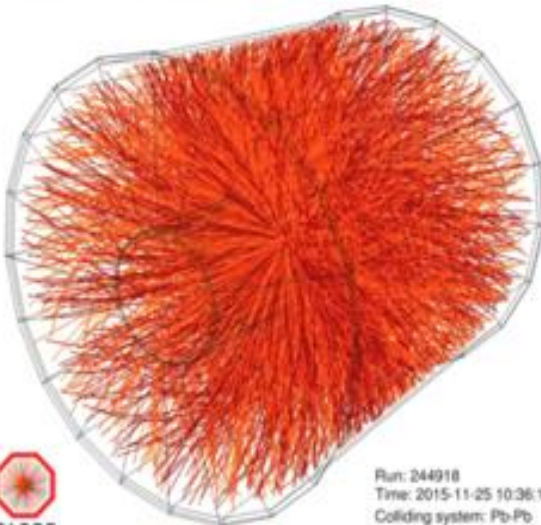
Βαρέα Ιόντα για Έρευνα και Θεραπεία Καρκίνου

Pb-Pb at 5.5 TeV
pp at 14 TeV

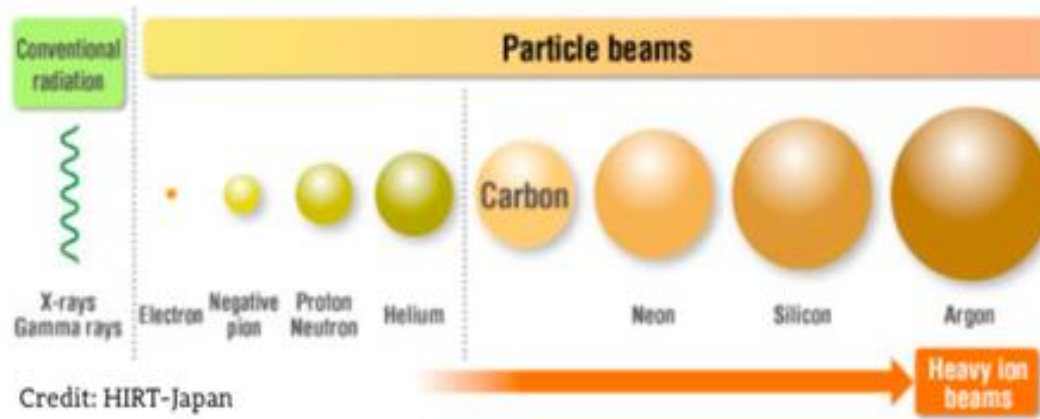
fundamental science
QGP studies



Credit: CERN



Run: 244918
Time: 2015-11-25 10:36:18
Colliding system: Pb-Pb
Collision energy: 5.02 TeV



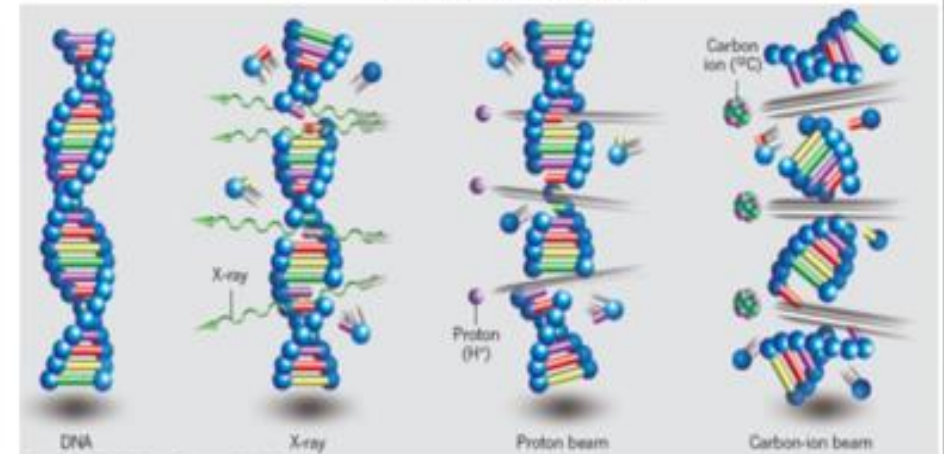
Credit: HIRT-Japan

88-430 MeV/u carbon
50-221 MeV/u protons

applied science
medicine



Credit: HIT Heidelberg



Credit: T. Nomiya, NIRS Japan



cern.ch/virtual-hadron-therapy-centre