

Particle Therapy MasterClass



INTERNATIONAL MASTERCLASSES

Γιώτα Φωκά (GSI/CERN)

Εκ μέρους του

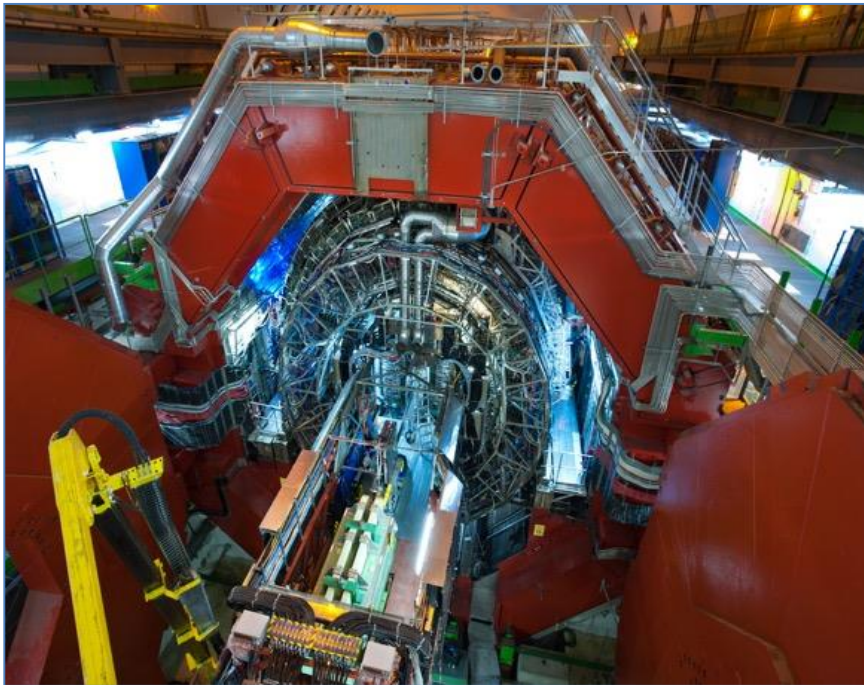
IPPOG και IMC Steering Group



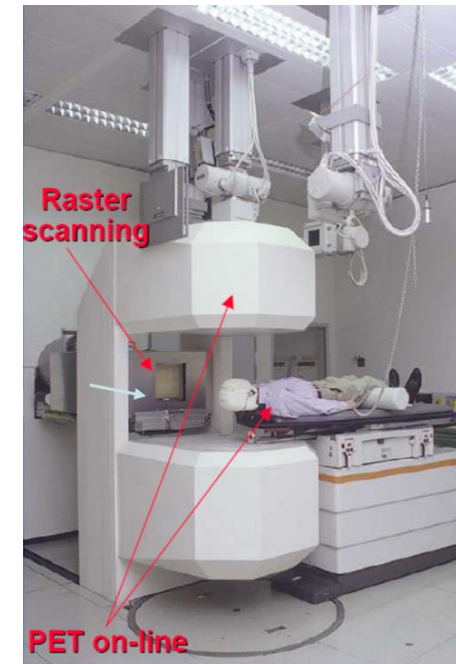
Βαρέα Ιόντα για Έρευνα και Θεραπεία Καρκίνου

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

ALICE heavy-ion experiment at CERN

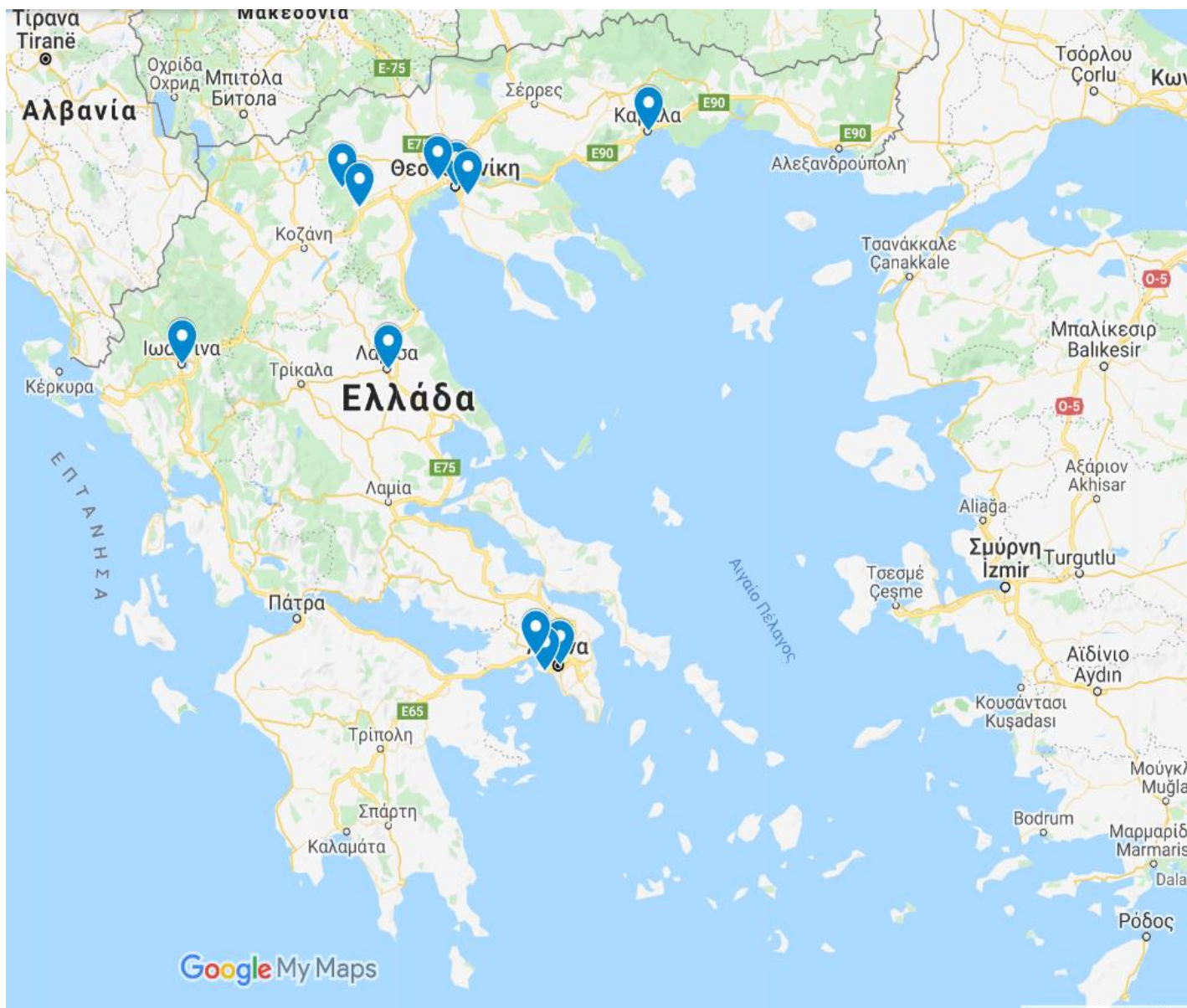


GSI, pioneering heavy-ion cancer therapy



Εικονική επίσκεψη στο πείραμα βαρεων ιόντων ALICE στο CERN στις 11:00

Συμμετέχοντες στο ΡΤΜC, 6 Μαρτίου στην Ελλάδα



Νάουσα Ημαθίας
 Θεσσαλονίκη
 Παιανία Αττικής
 Λάρισα
 Αθήνα
 Αθήνα ,Αγία Παρασκευή
 Αθήνα-Ζεφύρι
 Αθήνα-Κυψέλη
 Αθήνα-Ν.Πεντέλη
 Αιγάλεω, Αθήνα
 Αργυρούπολη
 Αργυρούπολη, Αθήνα
 Αχαρναί
 Βέροια
 Βούλα
 Γλυφάδα
 Διαβατά-Θεσσαλονίκης
 ΔΡΑΠΕΤΣΩΝΑ
 Ελευσίνα
 ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΤΤΙΚΗΣ
 ΖΕΦΥΡΙ ΑΤΤΙΚΗΣ
 Θέρμη, Θεσσαλονίκη
 ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

Θεσσαλονίκη/Πανόραμα
 Θεσσαλονίκη_Πεύκα
 ΙΛΙΟΝ-ΑΤΤΙΚΗ
 Ιωάννινα
 Καβάλα
 ΚΑΛΛΙΘΕΑ-ΑΤΤΙΚΗΣ
 Καματερό
 Κατερίνη
 ΚΕΡΑΤΣΙΝΙ
 Κορωπί Αττικής
 Κωνσταντινούπολη
 Μάνδρα Αττικής
 ΝΕΑ ΜΑΓΝΗΣΙΑ-ΔΗΜΟΣ ΔΕΛΤΑ-ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
 Νέα Σμύρνη
 ΝΙΚΟΜΗΔΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΝΙΚΗΣ
 Παιανία-Αθήνα
 Πειραιάς
 Περιστέρι Αττικής
 Πετρούπολη- Αττικής
 Ρέντης
 Σίνδος Θεσσαλονίκης
 Σχινιάς
 Τρίλοφος, Δήμος Θέρμης, Νομός Θεσσαλονίκης
 Χαϊδάρι
 Ωραιόκαστρο

Συμμετέχοντες στο PTMC, 6 Μαρτίου στην Ευρωπη



International MasterClasses
<https://physicsmasterclasses.org/index.php>

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



54 χώρες
255 ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΑ
15 000 μαθητές
5 εβδομάδες στο 2019

IMC 2021 :
11.2.2021 – 27.3.2021



Φέρνει μεθόδους έρευνας και αληθινά πειραματικά δεδομένα στα σχολεία

Συντονισμός : Fermilab, QuarkNet / TU Dresden

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

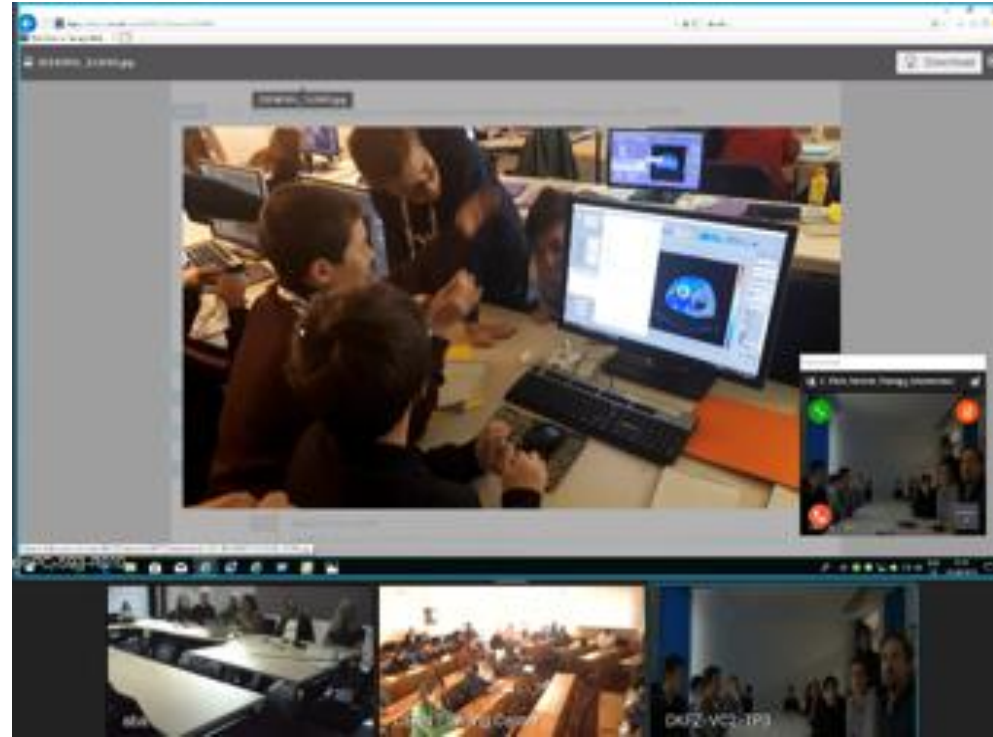
- 177 institutes
- 257 Masterclasses
 - 35 ATLAS W
 - 104 ATLAS Z
 - 58 CMS
 - 39 LHCb
 - **18 ALICE Strangeness**
 - **3 ALICE RAA**

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


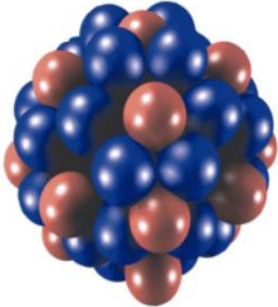
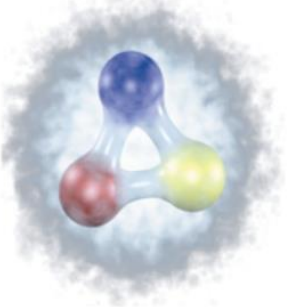
**ΕΛΠΙΔΑ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΡΟ ΓΙΑ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ
ΣΤΗΝ ΜΑΧΗ ΚΑΤΑ ΤΟΥ ΚΑΡΚΙΝΟΥ**



Πως σχετίζεται η Φυσική με την Ιατρική;

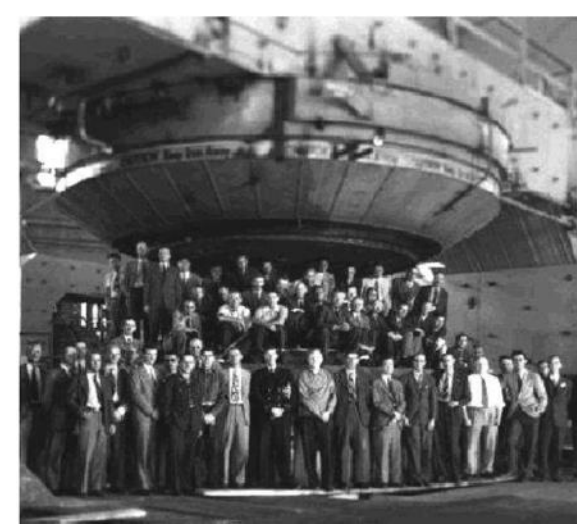
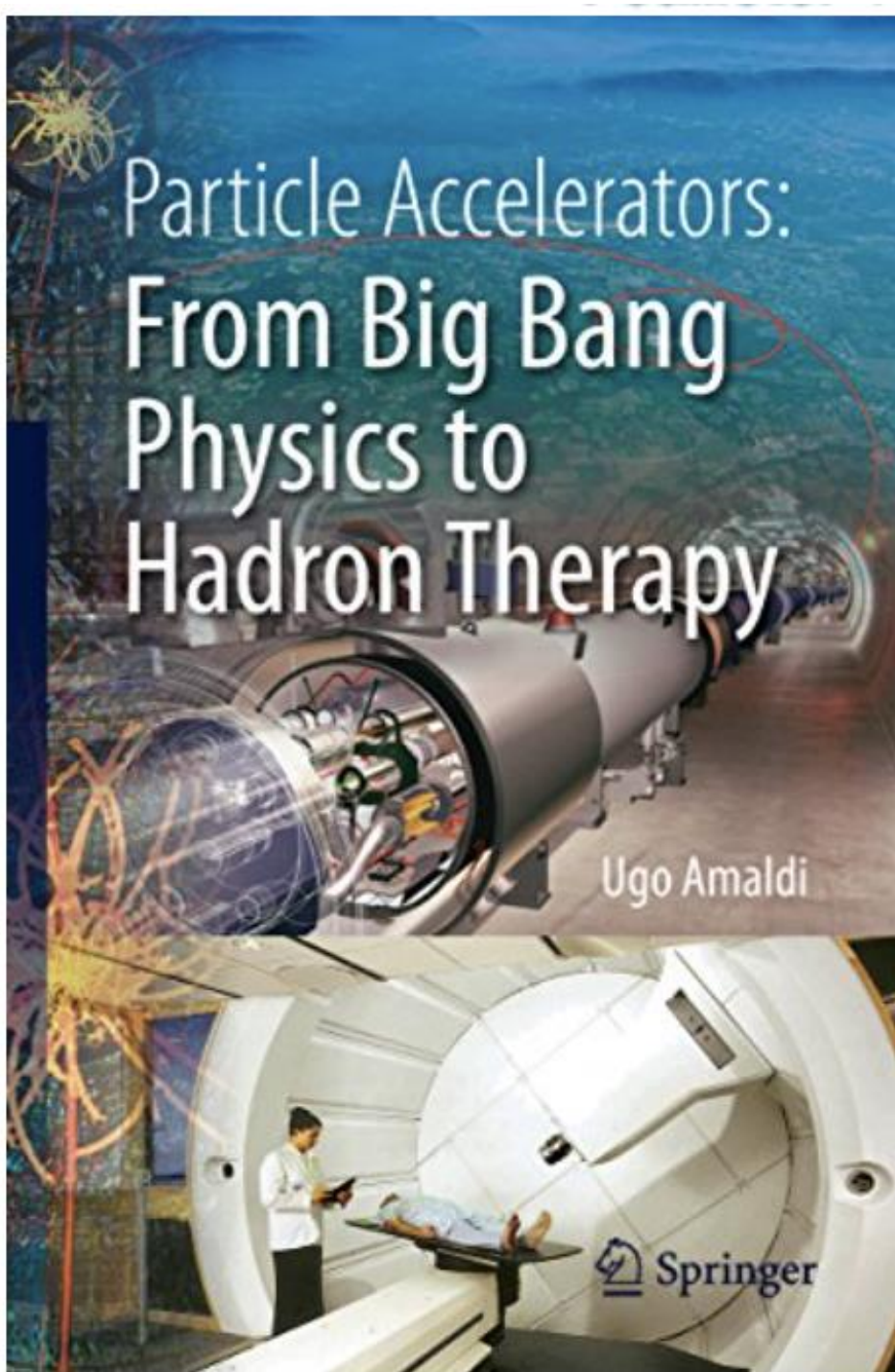
Τι ακριβώς είναι η θεραπεία με σωματίδια;

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

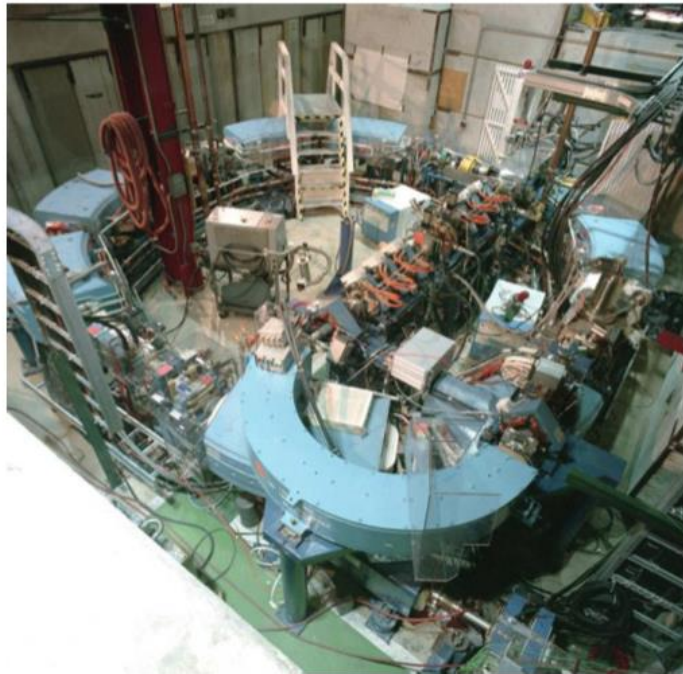
In 1936, the new Berkeley 37-inch cyclotron was producing isotopes for physics.

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)

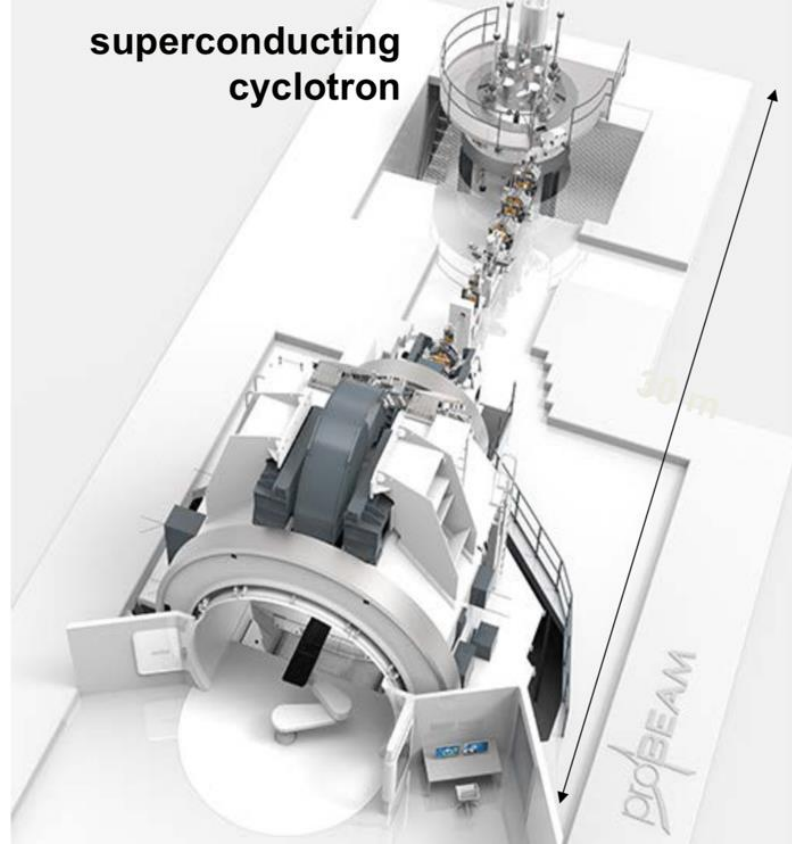


Επιταχυντές για την υγεία

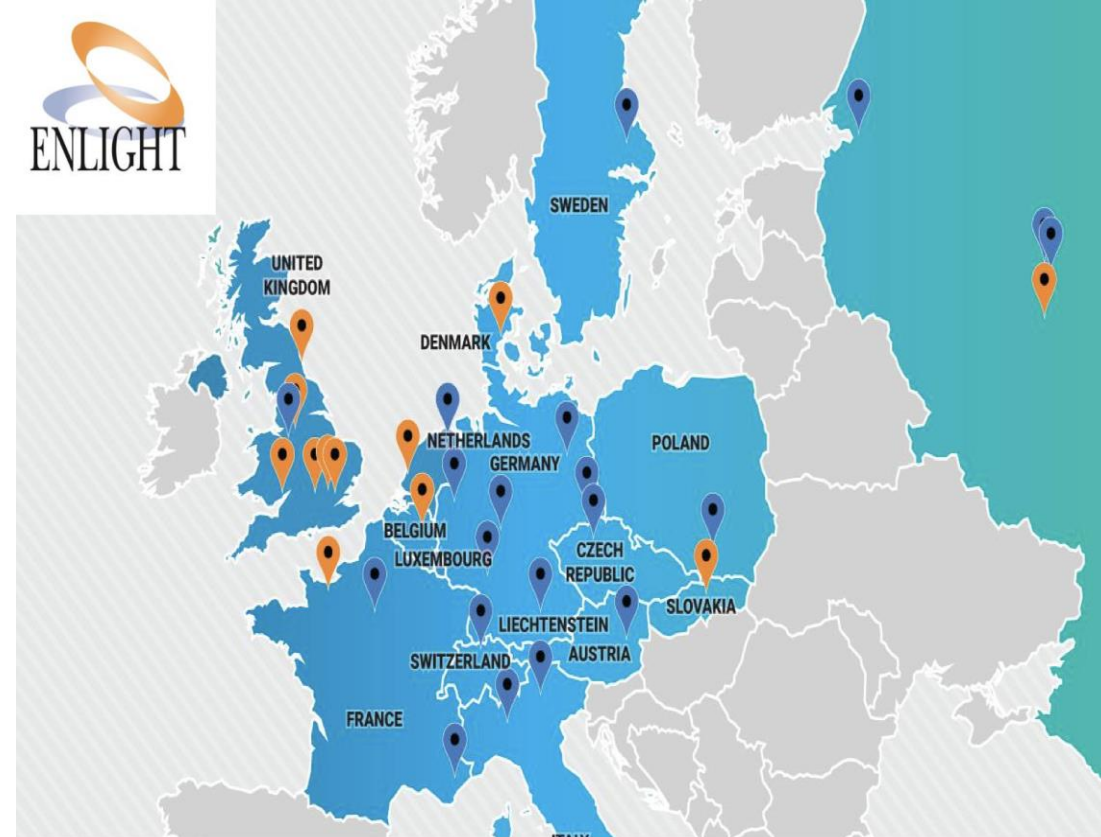
Conventional x-ray
Radiotherapy



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



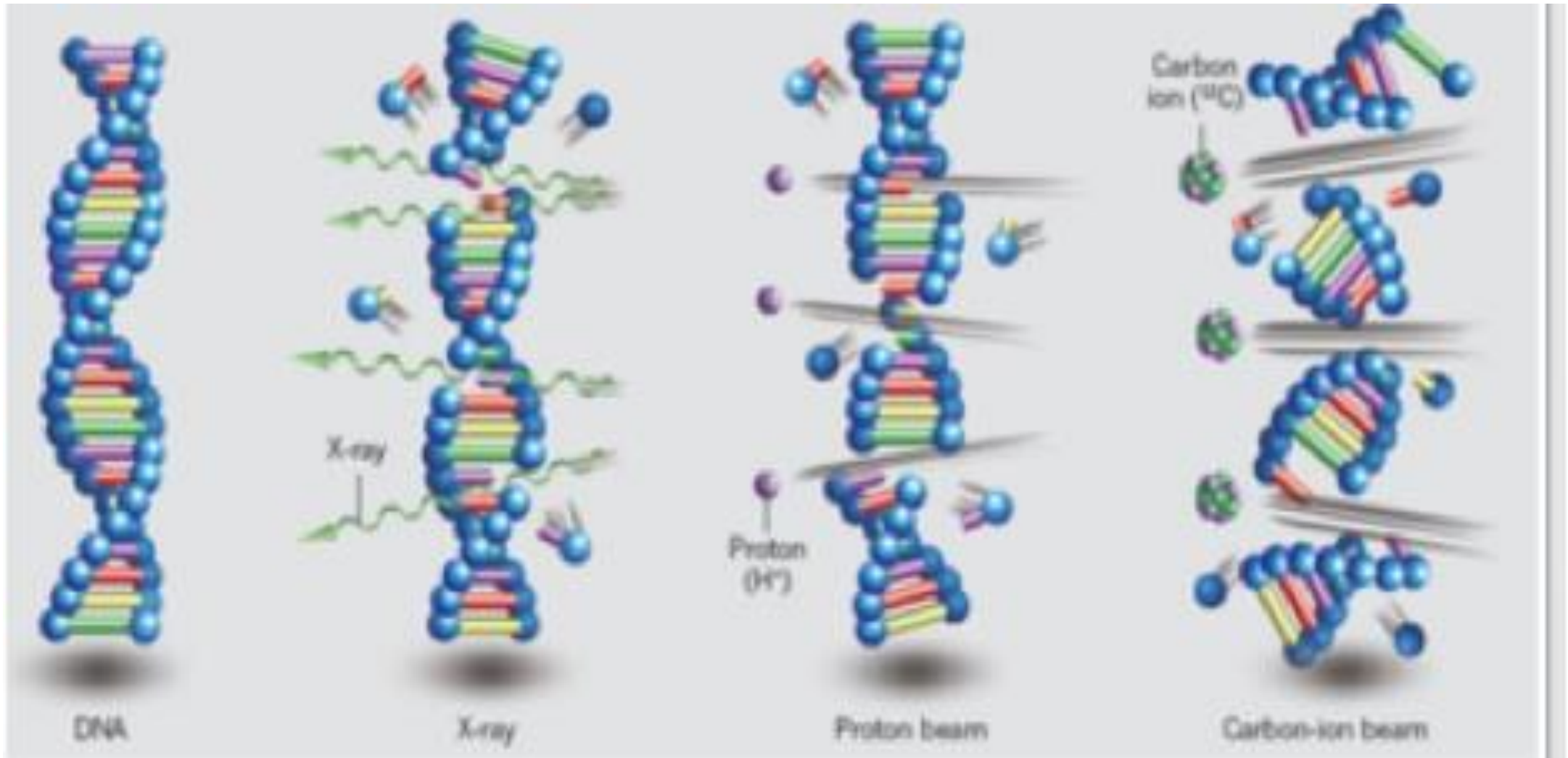
HIT, Γερμανία



MIT, Γερμανία



Οπλοστάσιο για θεραπεία καρκινικών όγκων



DNA

φωτονια

πρωτονια

ιοντα ανθρακα

Οφέλη Επιταχυντών για την Κοινωνία

Accelerator and Society

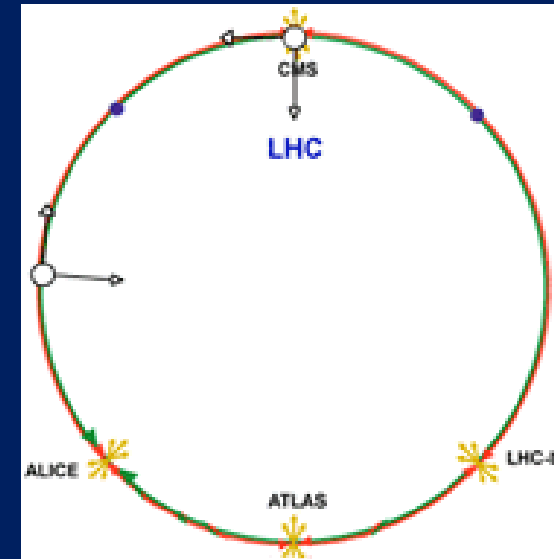
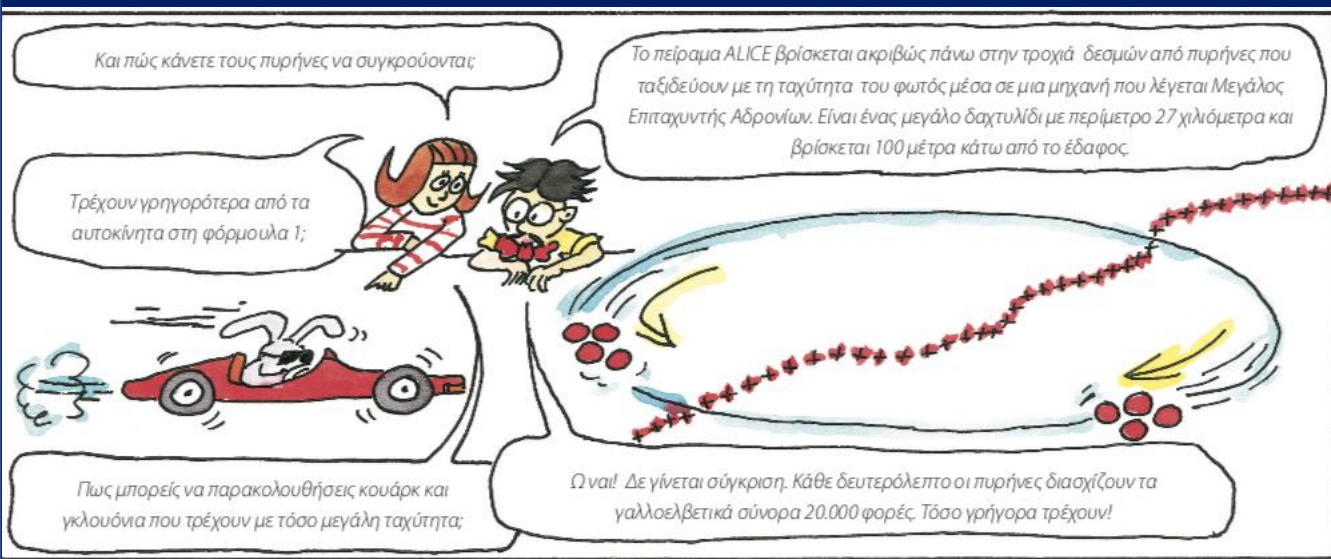
Over 30'000 particle accelerators are in operation world-wide.

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

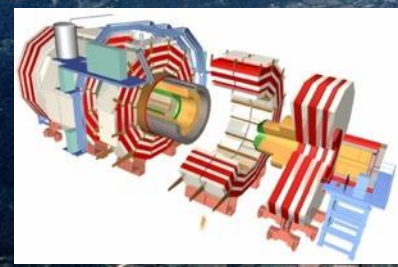
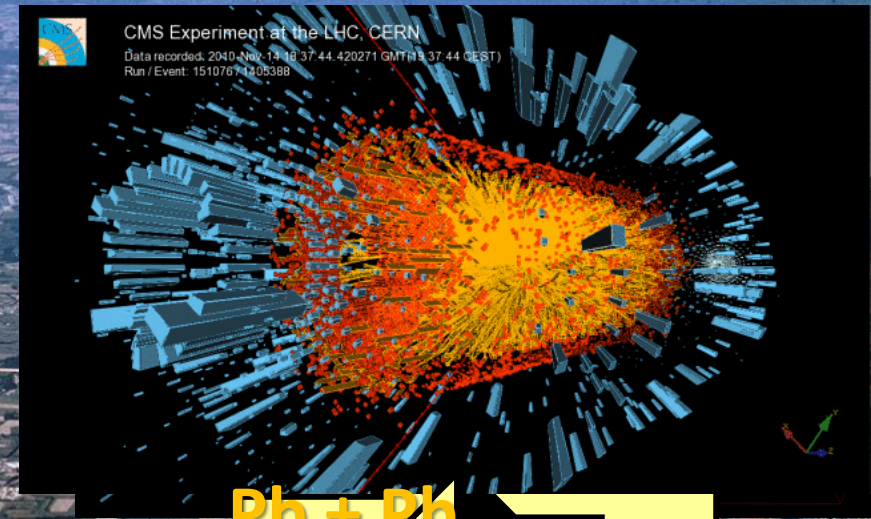


Large Hadron Collider of 'Large Hadrons'

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



Βραβείο Nobel Φυσικής 2013

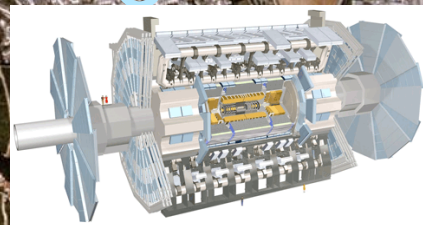


CMS

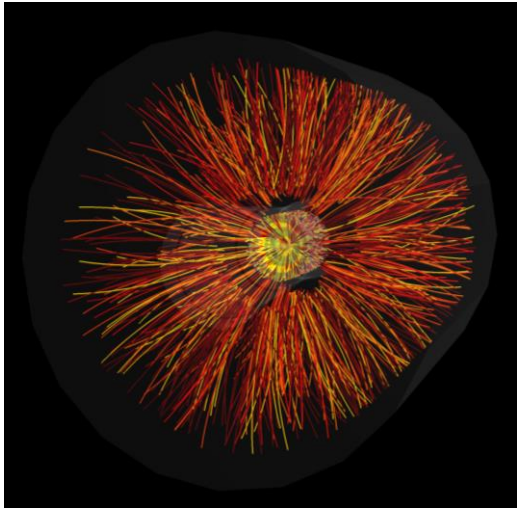


ALICE

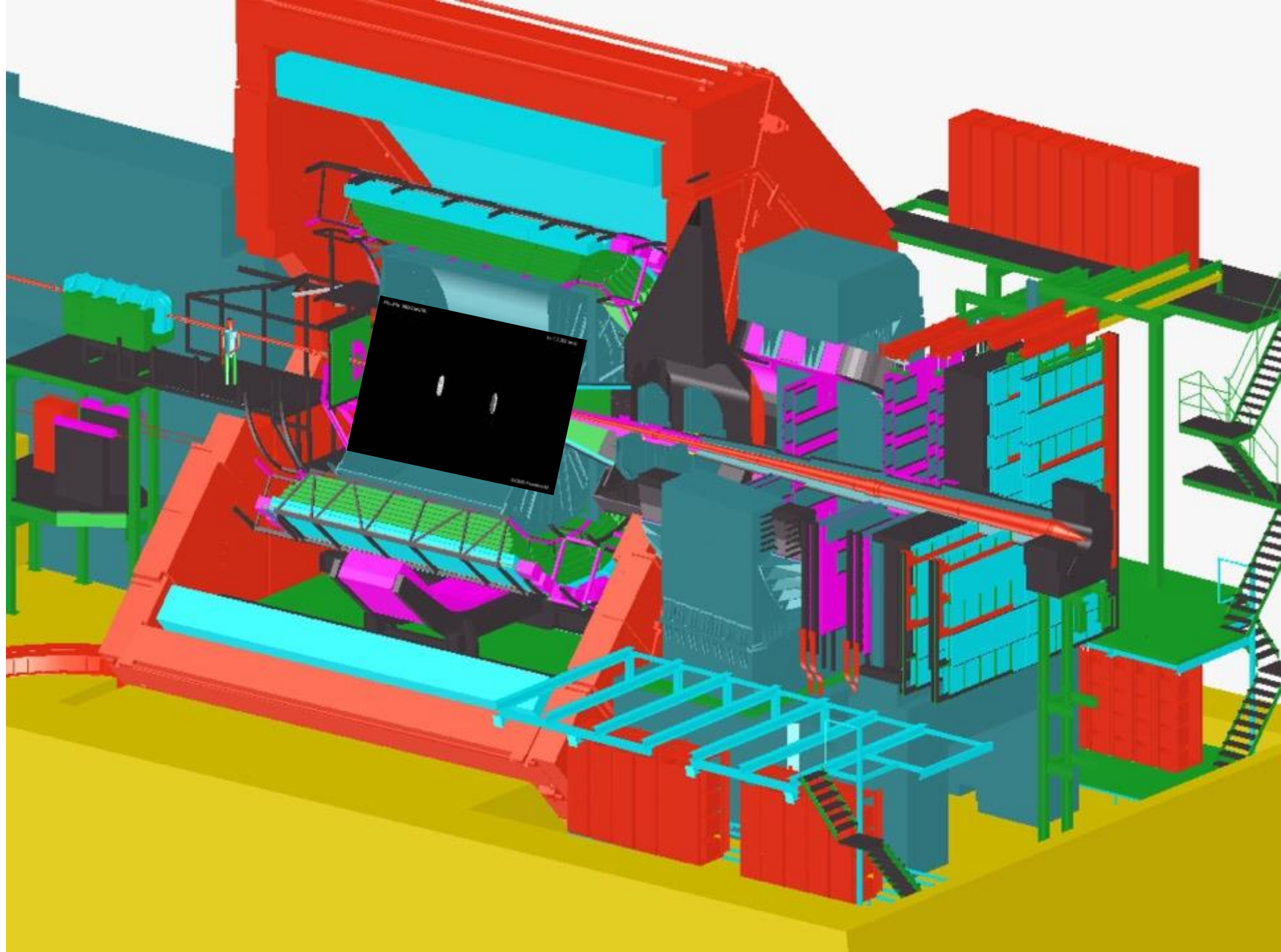
ATLAS



Πείραμα ALICE ηλεκτρονική κάμερα

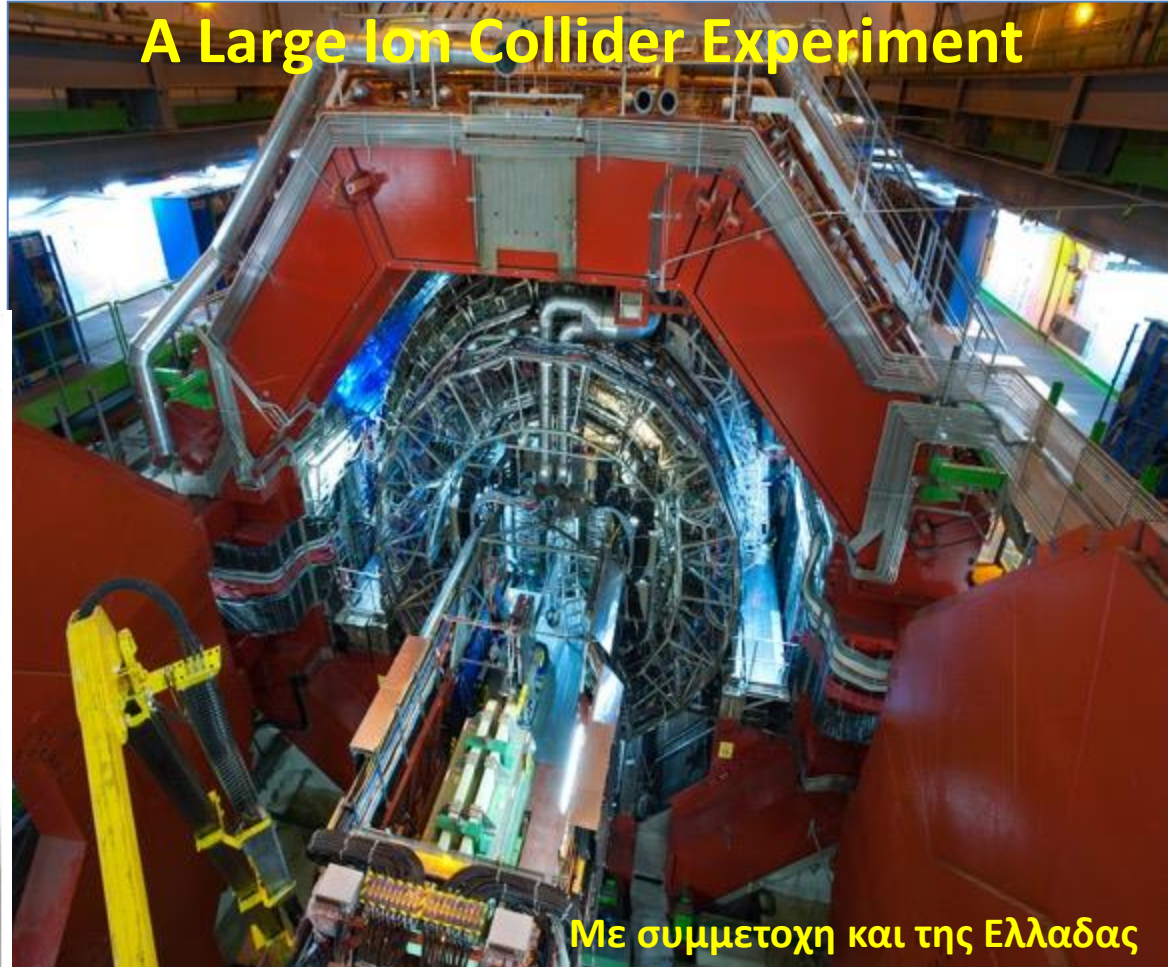
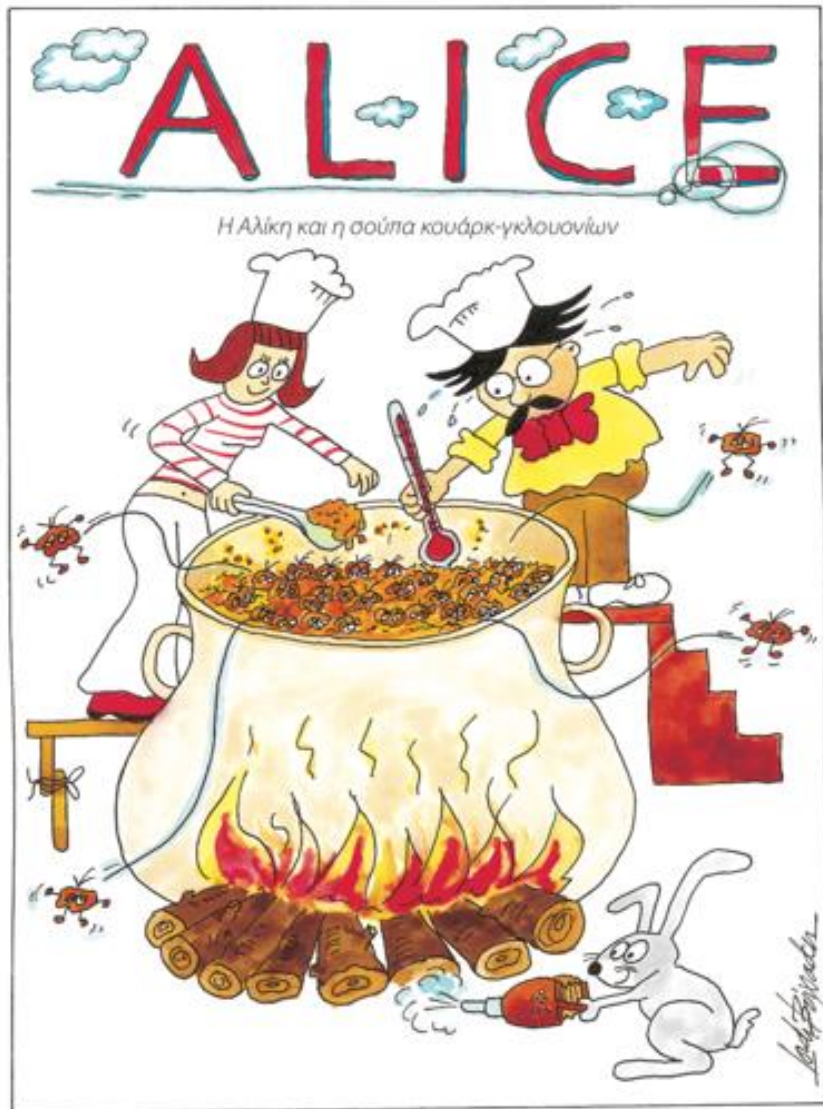


Το πείραμα ALICE
έχει σχεδιαστεί
για την μελέτη
των συγκρούσεων
βαρέων ιόντων

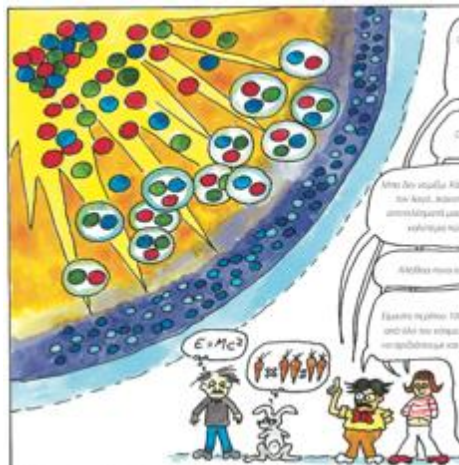


ALICE

Πείραμα Βαρέων Ιόντων στο CERN LHC



Με συμμετοχή και της Ελλάδας



Από την βασική έρευνα

Ποια είναι τα οφέλη;

στις εφαρμογές για ιατρική

Η τεχνολογία επιταχυντών
χρησιμοποιείται για έρευνα
και για θεραπεία καρκίνου

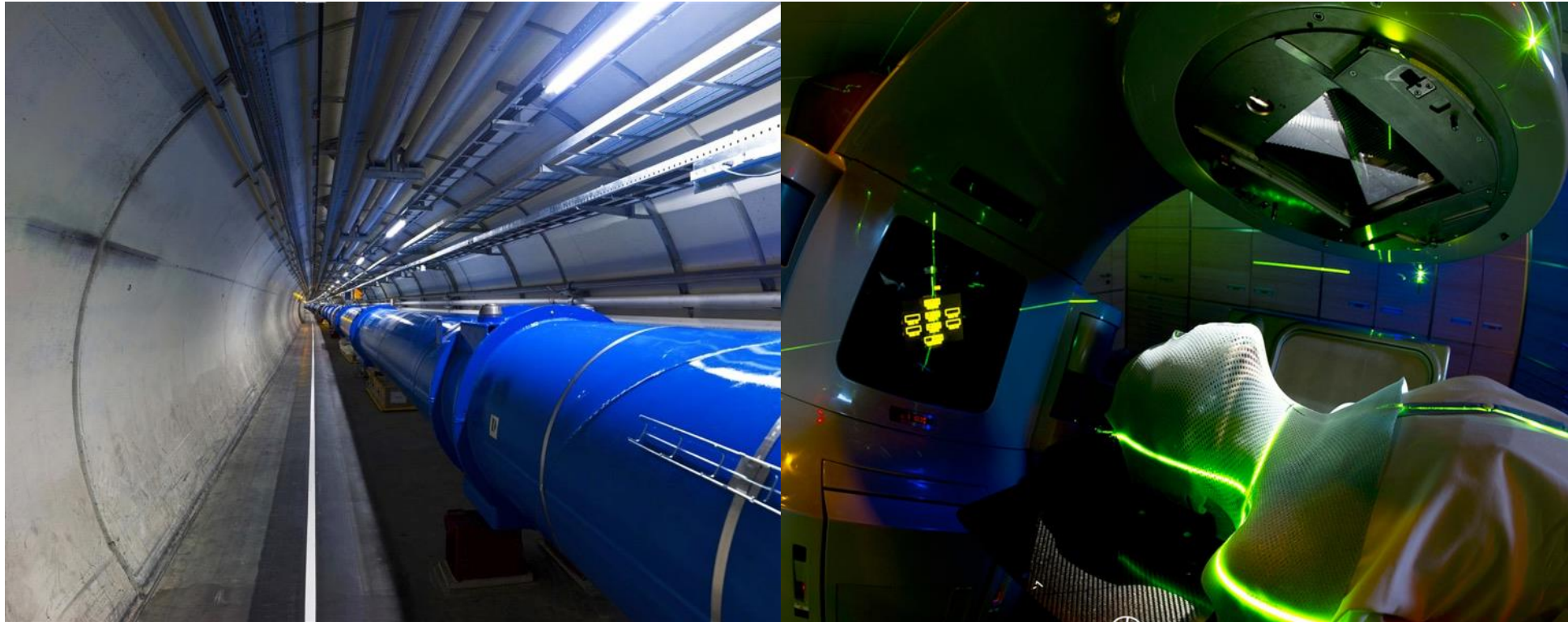
Καινοτόμες τεχνολογίες
που αναπτύσσονται
για τα μελλοντικά σχέδια
του CERN
ήδη βρίσκουν εφαρμογές



Επιταχυντές για την υγεία

Επιταχυντές για την υγεία

Από την έρευνα...

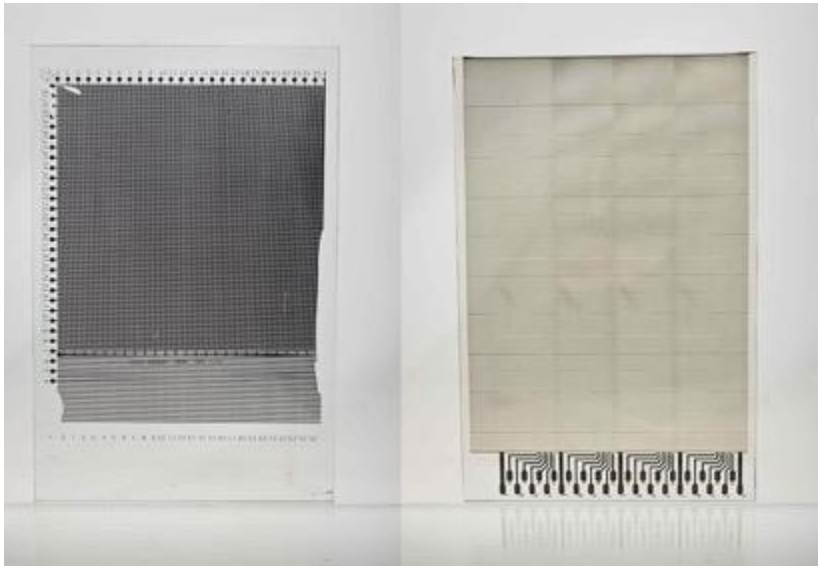


.....στις ιατρικές εφαρμογές

Οφέλη για την κοινωνία

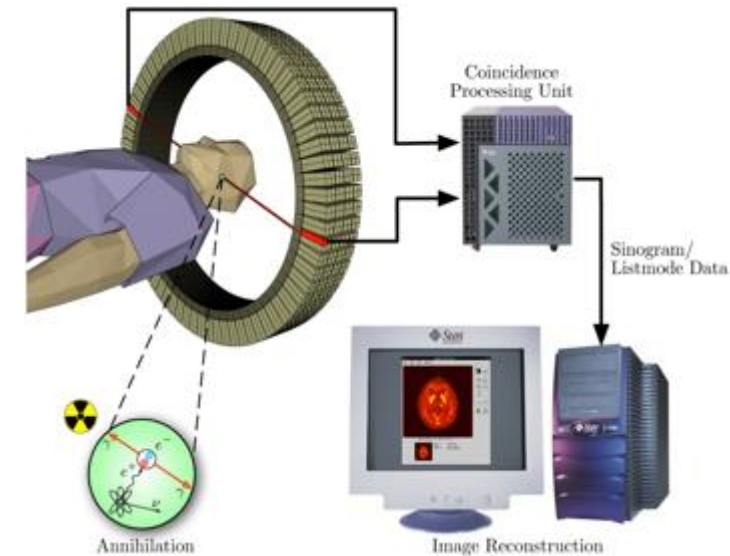
Αν και η έρευνα για τα βασικά επιστημονικά ερωτήματα της Φυσικής δεν αποσκοπεί στην παραγωγή “προϊόντων” άμεσης χρησιμότητας, εντούτοις **πολλές εφευρέσεις ωφέλιμες για τον απλό άνθρωπο ξεκίνησαν από την έρευνα της φυσικής στο CERN.**

Οθόνη Επαφής (touchscreen) World Wide Web (WWW)



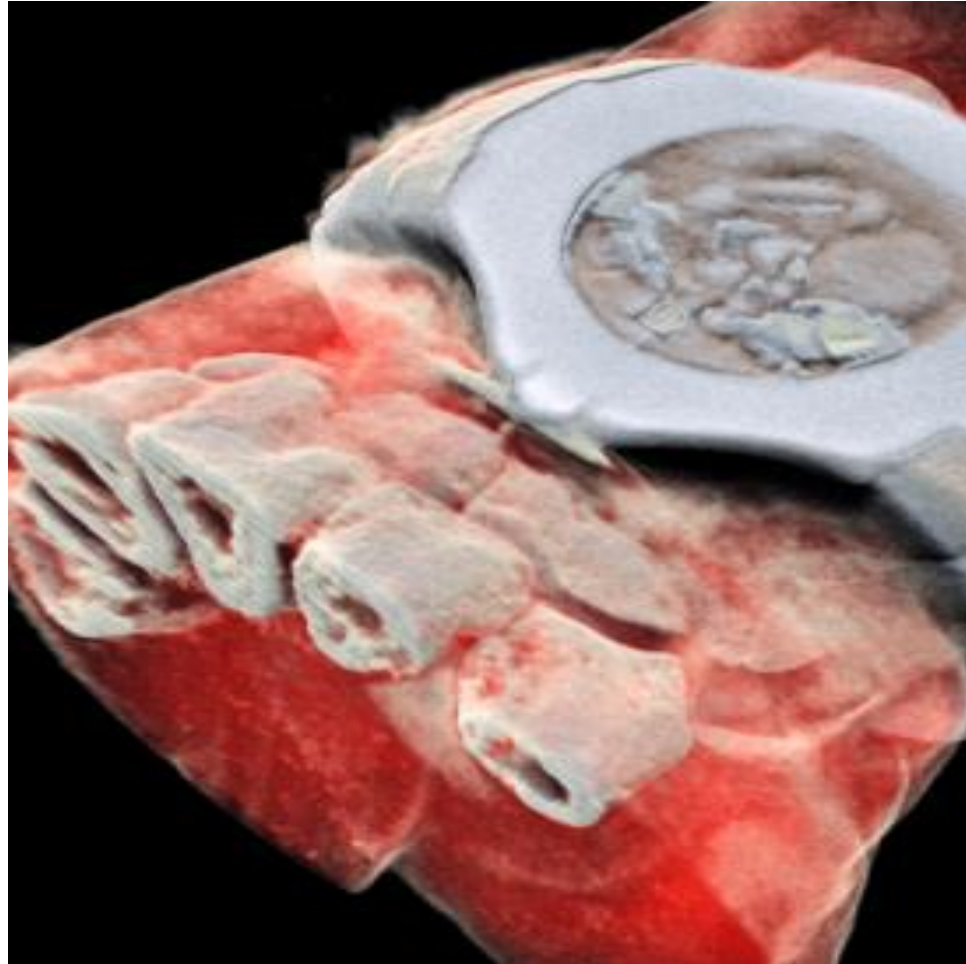
Tim Berners-Lee

PET scan



Ο σκοπός των ερευνητικών κέντρων είναι η βασική έρευνα, η κατάκτηση γνώσης. 21

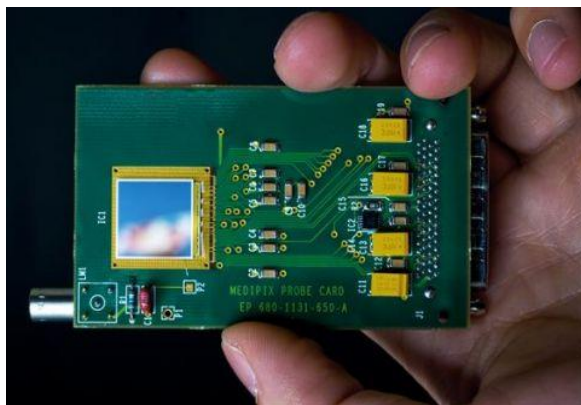
Έγχρωμες ακτινογραφίες



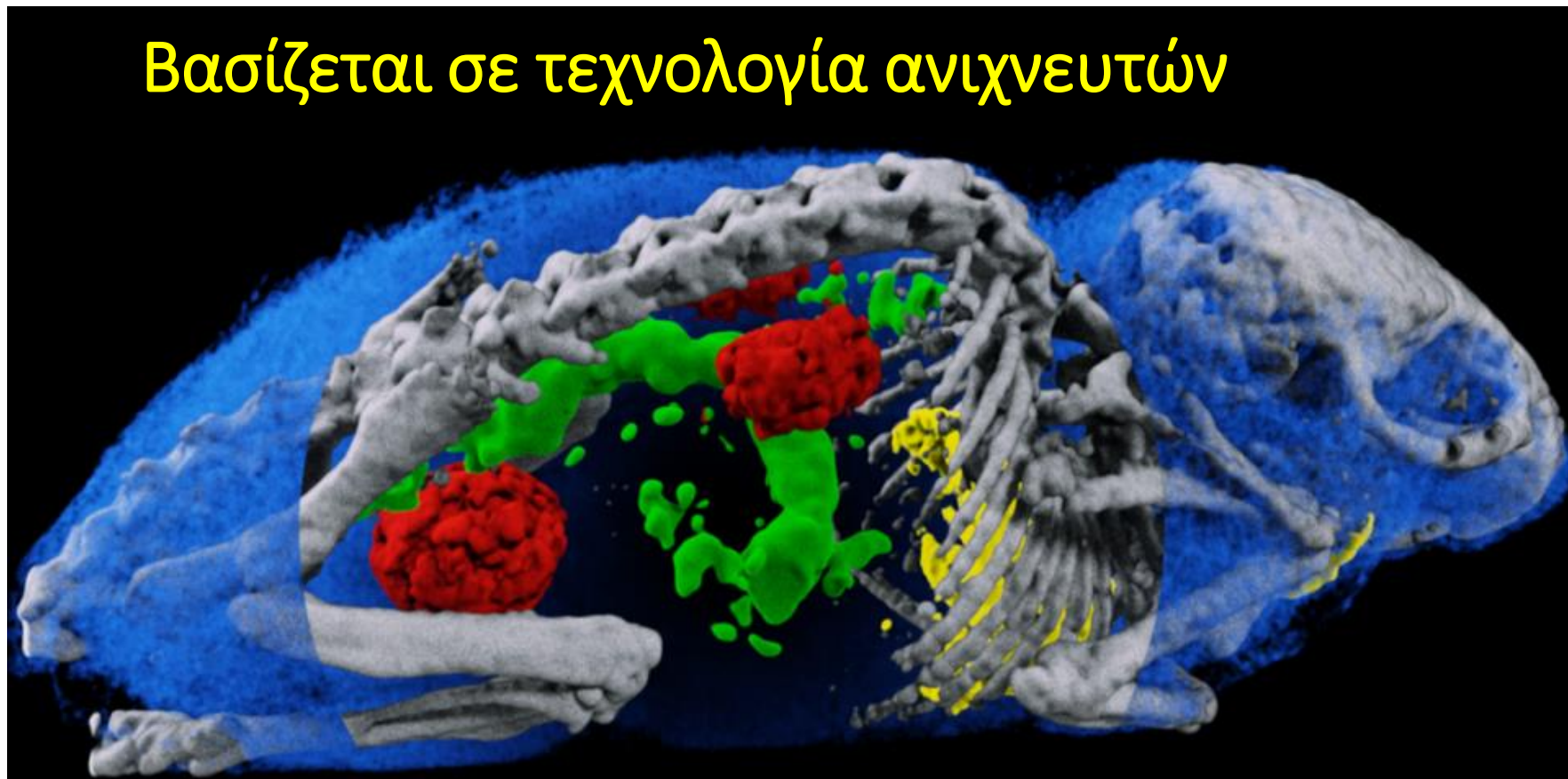
Από την πρώτη ακτινογραφία, στην πρώτη έγχρωμη ακτινογραφία
Rontgen 1895, *to CERN technology 201*

Έγχρωμες ακτινογραφίες

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

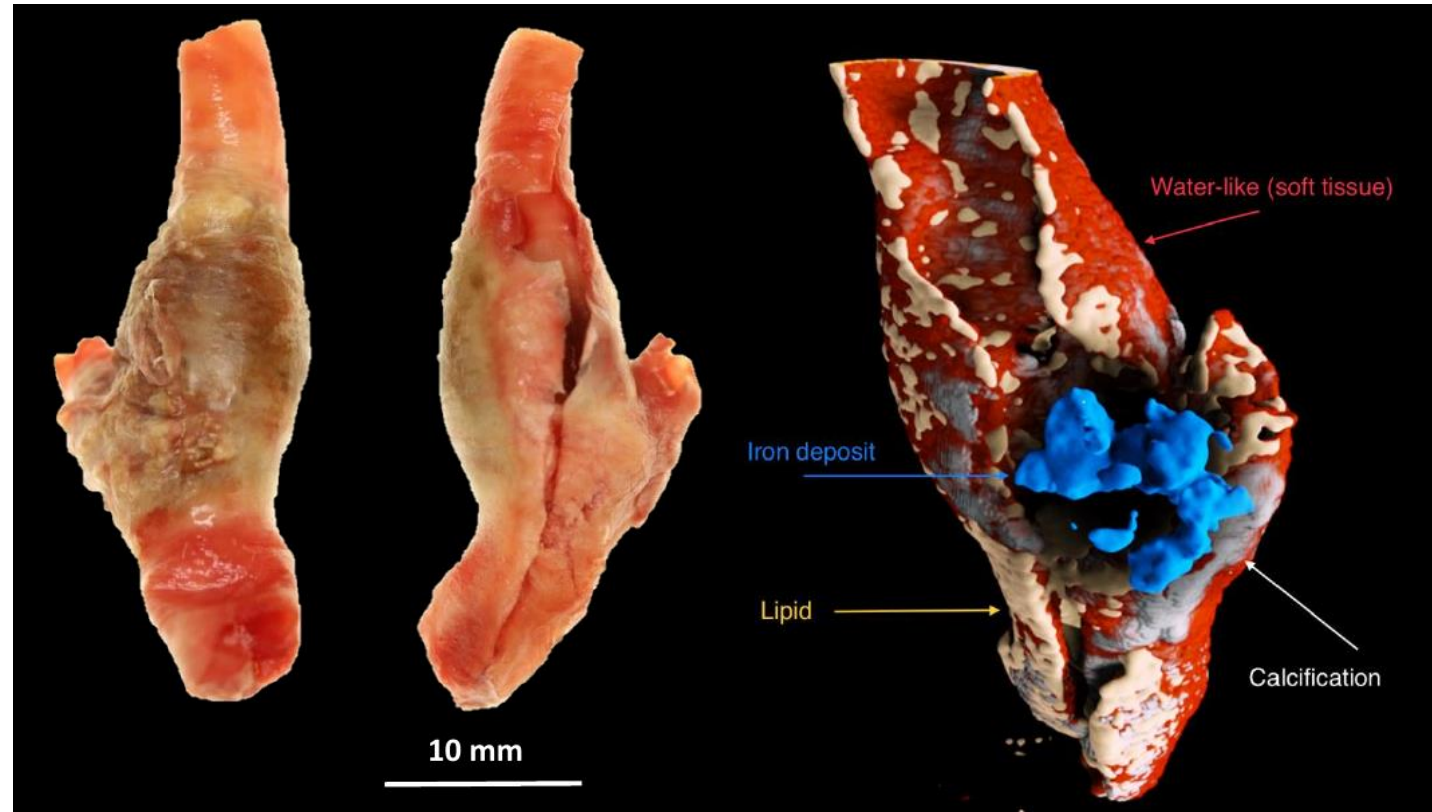


Βασίζεται σε τεχνολογία ανιχνευτών



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 EU. *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**

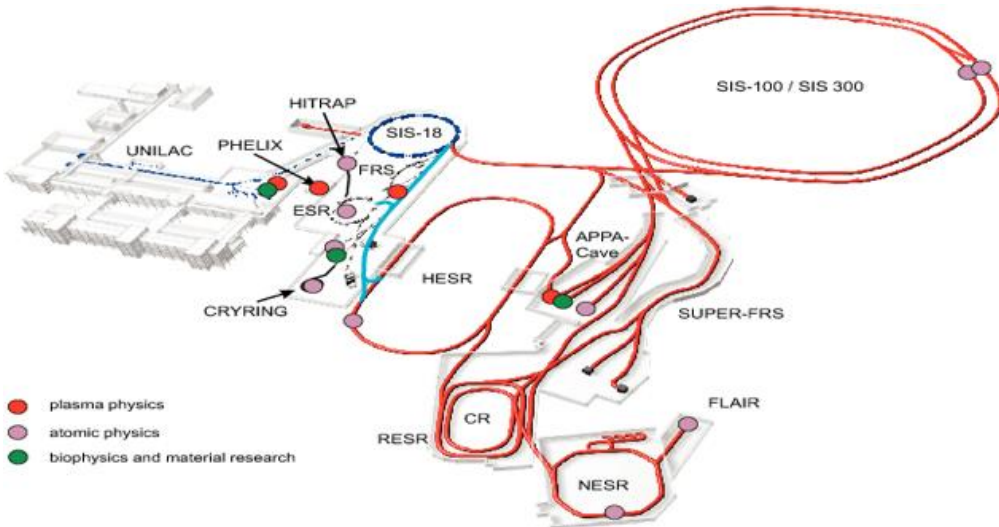
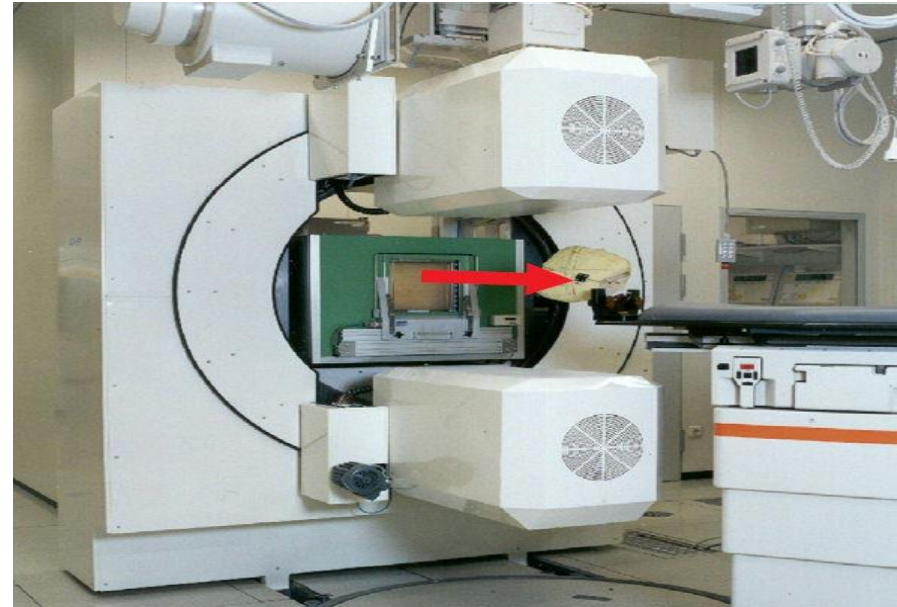
Application Domains: Medtech

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

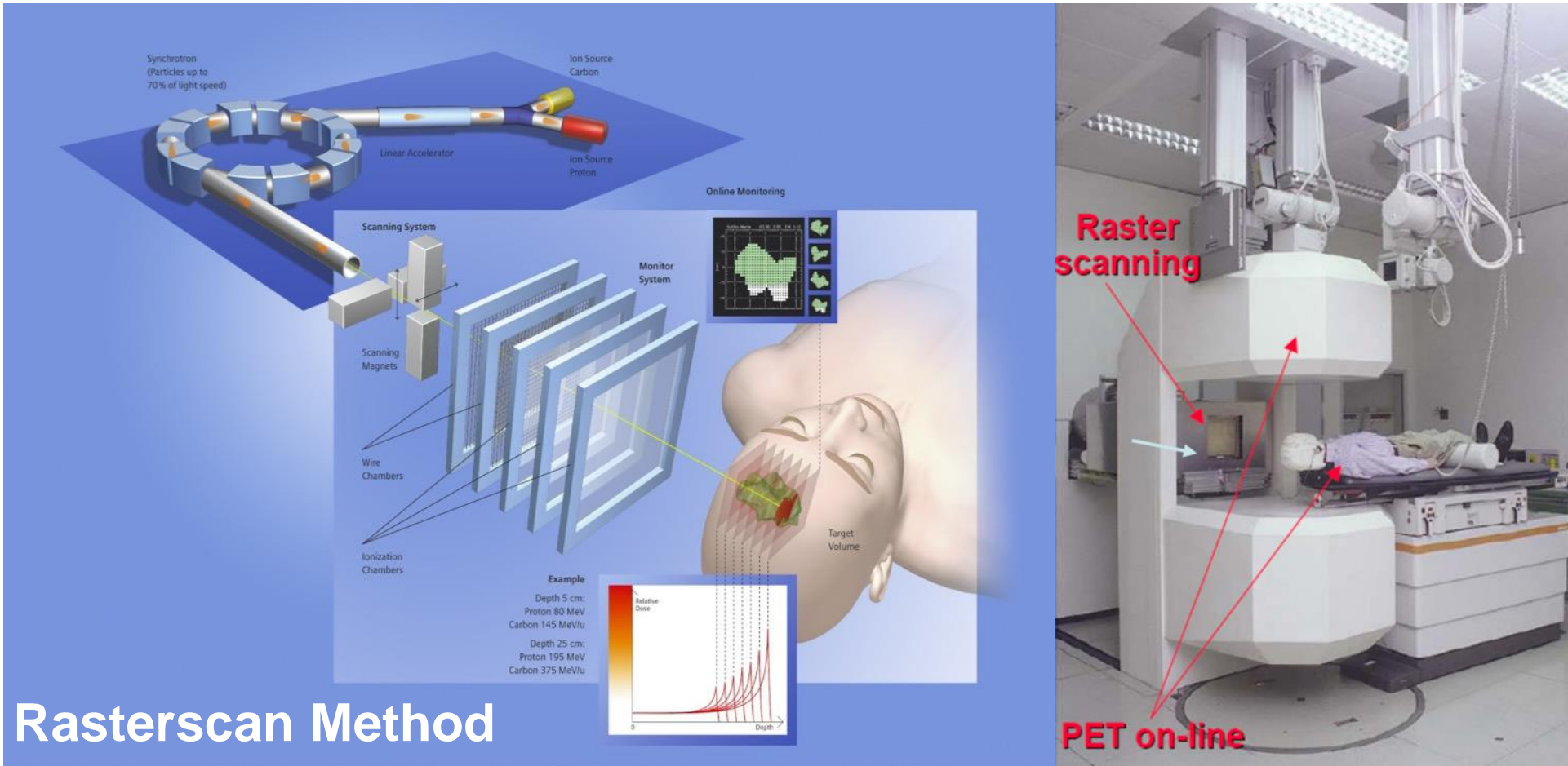
Βαρέα Ιόντα για Θεραπεία Καρκίνου στο GSI

Πρωτοποριακή έρευνα στο GSI

Ιόντα άνθρακα για θεραπεία καρκίνου



Βαρέα Ιόντα για Θεραπεία Καρκίνου στο GSI



Βαρέα Ιόντα για Θεραπεία Καρκίνου στο Πανεπιστημιακό νοσοκομείο της Χαιδελβεργης

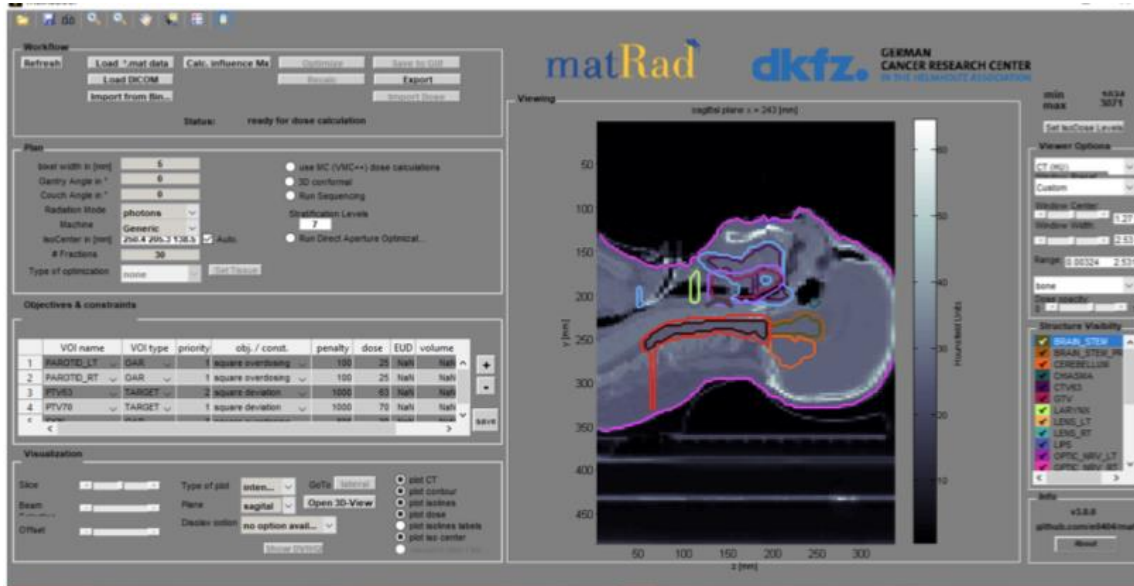


Particle Therapy MasterClass

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)

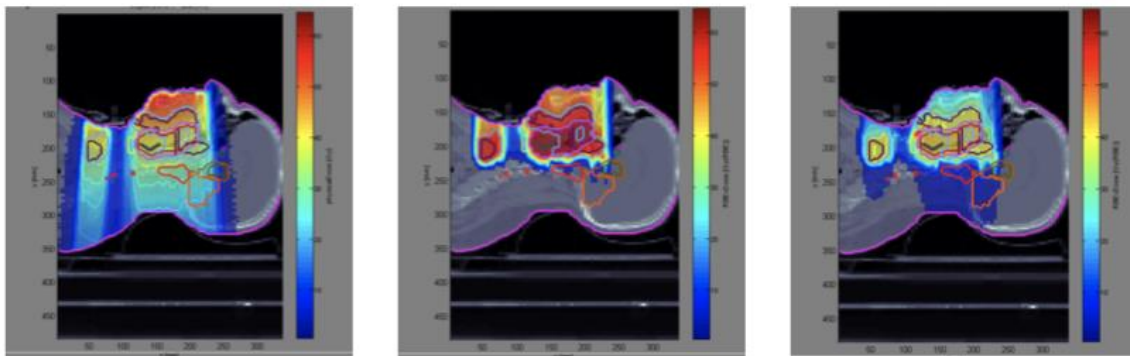


The screenshot shows the matRad software interface. On the left, there are several panels for configuration: 'Workflow' with buttons for 'Load *.mat data', 'Load DICOM', and 'Import from Bin'; 'Plan' with parameters for beam width, gantry angle, couch angle, radiation mode (photons), machine, and number of fractions; 'Objectives & constraints' with a table of VOI names, types, priorities, and constraints; and 'Visualization' with options for showing CT, contours, and dose. The central 'Viewing' panel displays a sagittal CT scan of a head and neck with various colored contours representing target volumes and organs at risk. A color scale on the right indicates dose distribution. The top right corner shows the DKFZ logo and 'GERMAN CANCER RESEARCH CENTER IN THE HELMHOLTZ ASSOCIATION'.

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

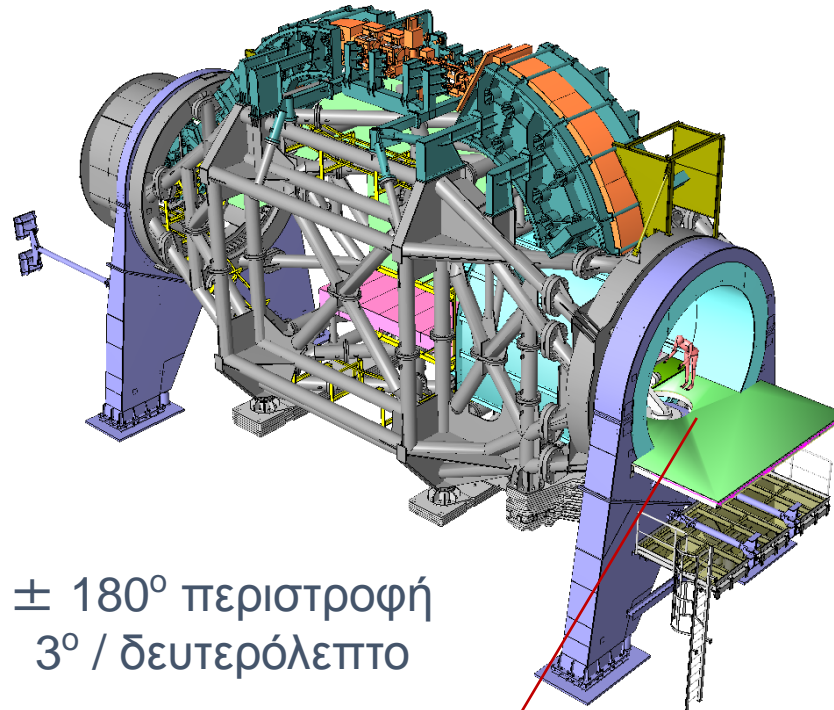


Εικονικό κέντρο σωματιδιακής θεραπείας



13m διάμετρος
25m μήκος
600 τόνοι

Gantry στο HIT



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



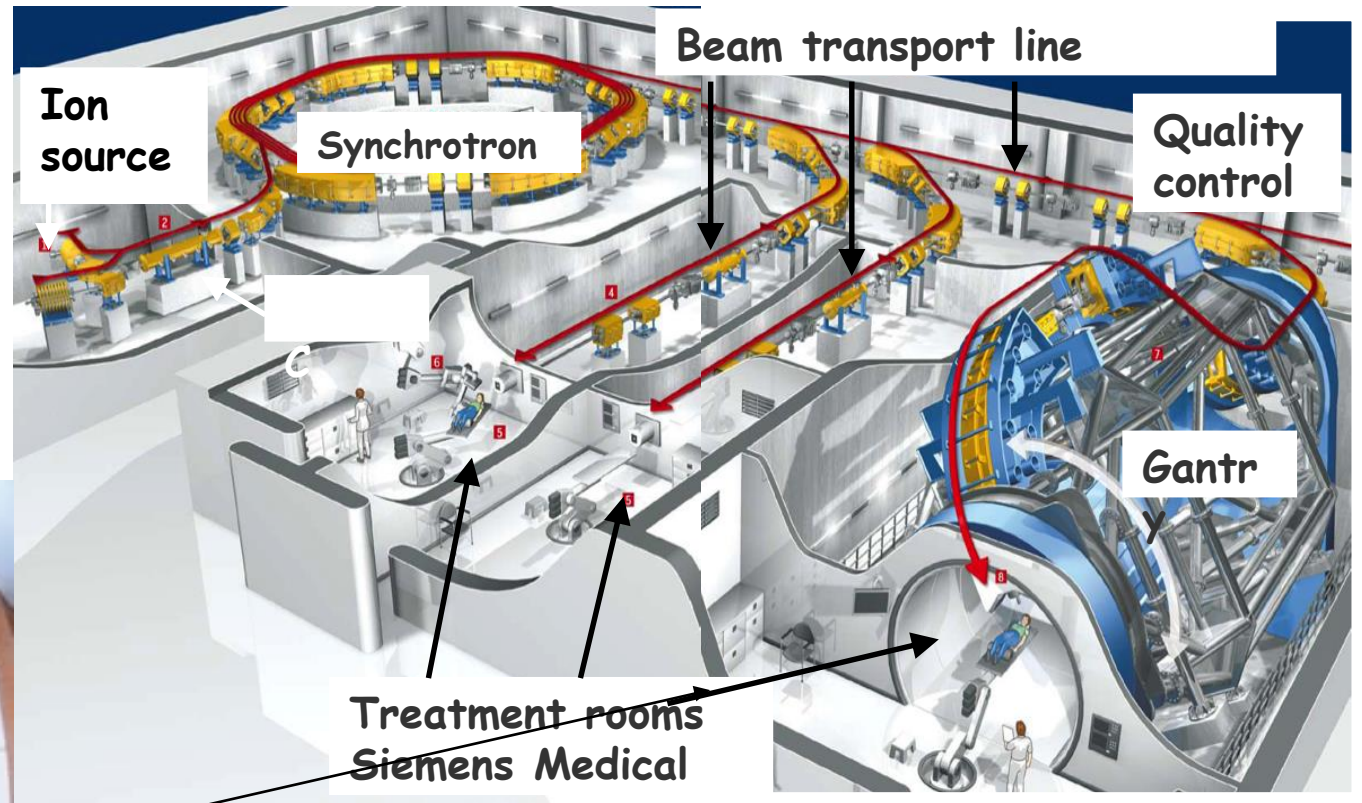
Το πρώτο παγκόσμιο gantry ιόντων

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

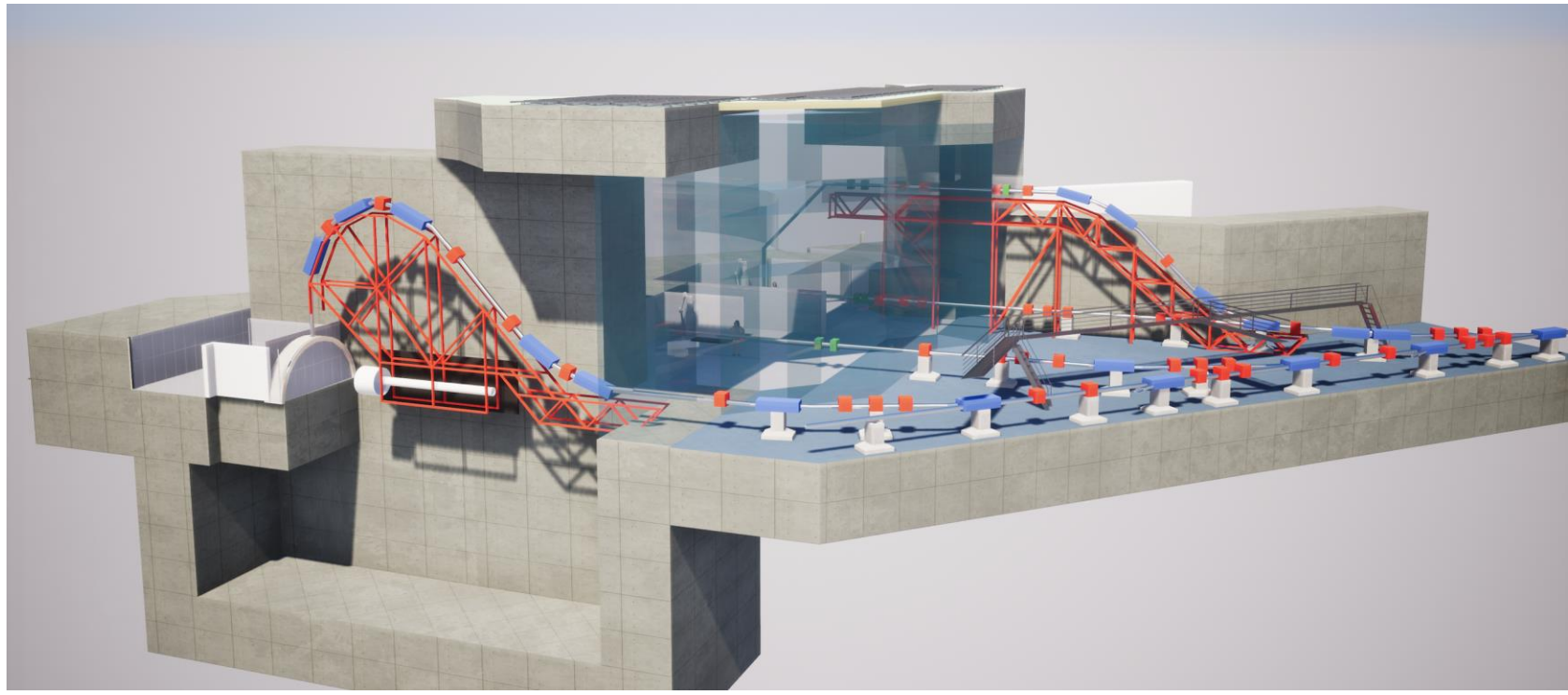
Beam Delivery

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
<ul style="list-style-type: none"> • Ehrenfried Kuffner (1929), Switzerland • Philip Bowring (University of Oxford, UK) • Marco Donatelli (1979), INFN, Italy • Frank Stetsko (1952), INFN, Germany • Agostino Riboldi (1963), Medical School, University of Cologne, Germany • Vladimir Pavlov (1958), Russia • Frances Hildebrand (1956), University of Oxford, UK • Boris Straßer (1957), France • George Stenish (1958), Technical University of Denmark, Denmark • Thomas Strohriegl (1952), INFN, Germany 	<ul style="list-style-type: none"> • T. Fels (1952), Germany, chair • C. Böhlen (1956), Germany • E. Brunenow (1929), Switzerland and INFN, Germany • C. Graf (1955), Germany • R. Kuchler (1952), Germany • R. Pöschel (1952), Germany • E. Tschentscher (1959), Switzerland and Oxford, UK • M. Weis (1959), Switzerland • R. Zorn (1952), Germany 	<ul style="list-style-type: none"> • E. Andersson (1962), Russia • K. Fuji (1962), INFN, Switzerland • J. Stenlund (1957), Poland • M. Jank (1971), France • A. Bakker (1958), Spain and INFN, Russia • D. Strohriegl (1956), Germany



Focus on medical applications

Archamps, 19 June 2018

6

Θέμα: οφέλη για την κοινωνία από την βασική έρευνα



Προγραμμα Particle Therapy MasterClass

- 09:30** → 09:35 **Καλωσόρισμα (Welcome)**
Convener: Aspasia Tasiopoulou
- 09:35** → 10:00 **Καλωσόρισμα και εισαγωγή στο PTMC (Welcome and introduction to PTMC)**
Speaker: Yiota Foka (GSI - Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH (DE))
- 10:00** → 10:05 **Βίντεο: Αδρονικής Θεραπείας και Εικονικού Κέντρου Σωματιδιακής Θεραπείας (Video: Hadron Therapy and Virtual Particle Center)**
Video Link: <https://cern.nymus3d.nl/maps>
HT Video Link: <https://videos.cern.ch/record/2002120>
- [Hadron Therapy Cen...](#) [Virtual Particle Ther...](#)
- 10:05** → 10:15 **Ανερχόμενες ευκαιρίες για θεραπεία καρκίνου στην Ελλάδα (Upcoming opportunities for cancer therapy in Greece)**
Speaker: Anastasios Tzikas
- 10:15** → 10:30 **Επισκόπηση Συμπλέγματος Επιταχυντών του CERN (CERN accelerator complex overview)**
Speaker: Yannis Papaphilippou (CERN)
- 10:30** → 10:45 **Στοιχεία Πυρηνικής Φυσικής και παραδείγματα εφαρμογών της σε θέματα υγείας (Fundamental research and potential benefits for society)**
Speaker: Anastasios Liolios (Aristotle University of Thessaloniki (GR))
- 11:00** → 11:30 **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.
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>
Convener: Despina Hatzifotiadou (Universita e INFN, Bologna (IT))
- [Alice Virtual Visit](#) [Animations](#)
- 11:30** → 12:00 **Εφαρμογές της Φυσικής στην θεραπεία καρκίνου (Applications of physics in cancer therapy)**
Speaker: Georgios Dedes (Max-Planck-Institut für Physik)
- 11:30** → 12:00 **Εφαρμογές της Φυσικής στην θεραπεία καρκίνου (Applications of physics in cancer therapy)**
Speaker: Georgios Dedes (Max-Planck-Institut für Physik)
- 12:00** → 12:15 **Κατανόηση της νόσου του καρκίνου, πρόληψη και θεραπεία (Understanding cancer disease, prevention and therapy)**
Speaker: Konstadinos Efthymiadis (Papageorgiou Hospital)
- 12:15** → 12:30 **Κυτταρογενετική μελέτη της επίδρασης ακτινοβολιών (πρωτονίων, ιόντων άνθρακα & σωματιδίων) (Cellular genetic study of the effect of ionizing radiation (protons, carbon ions & particles))**
Speaker: Georgia Terzoudi (Democritus)
- 12:30** → 12:45 **Εισαγωγή σε θεμελιώδεις μονάδες και στην χρήση του λογισμικού MatRad για σχεδιασμό πλάνου θεραπείας (Introduction to fundamental units and the use of the MatRad software for treatment planning)**
Speaker: Aristeidis Mamaras (Aristotle University of Thessaloniki - CERN)
- 12:45** → 13:00 **Εικονική επίσκεψη στο ερευνητικό κέντρο θεραπείας CNAO (Video Visit to CNAO)**
Video Link: https://www.youtube.com/watch?v=_b8GQsnlETg&feature=emb_title
- [Video Visit to CNAO](#)
- 13:00** → 13:05 **Σύνοψη (Closing Remarks)**
Speaker: Yiota Foka (GSI - Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH (DE))
- 13:05** → 13:10 **Video: ENTERTAINMENT**
Video Link: <https://videos.cern.ch/record/1541891>
- [ENTERTAINMENT](#)
- 13:10** → 14:25 **Διάλειμμα για μεσημεριανό γεύμα (Lunch Break)**
- 14:25** → 17:00 **Πρακτική άσκηση (Hands-on session)**
Conveners: Aristeidis Mamaras (Aristotle University of Thessaloniki (GR)), Nikolaos Charitonidis (CERN)
- 17:00** → 17:01 **Σύνδεση στο video conference (Connection to the video conference)**



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

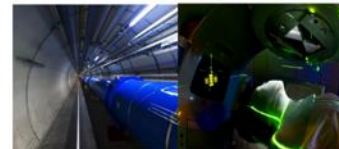
Overview and Pilot Report



For ppt click here.

Presentation of Particle physics to medical applications

Particle physics to medical applications



Manjit Dosanjh, 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

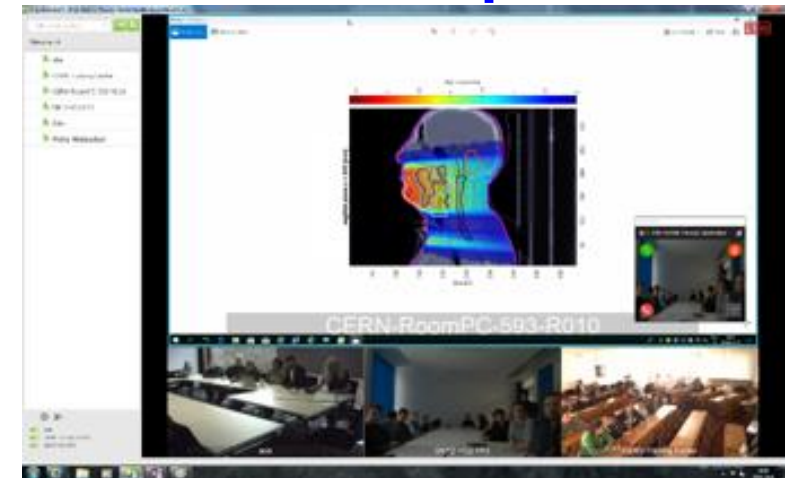


[Workflow Instructions](#)

[Workflow Instrukcije](#)

στην ιστοσελίδα:
υλικό σε διαφορετικές γλώσσες

Και στα Ελληνικά



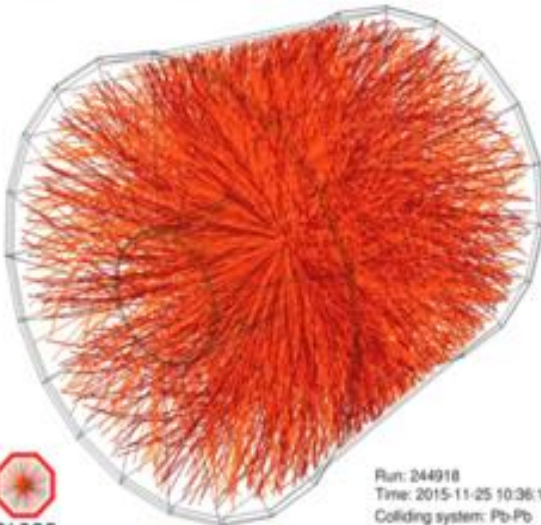
Βαρέα Ιόντα για Έρευνα και Θεραπεία Καρκίνου

Pb-Pb at 5.5 TeV
pp at 14 TeV

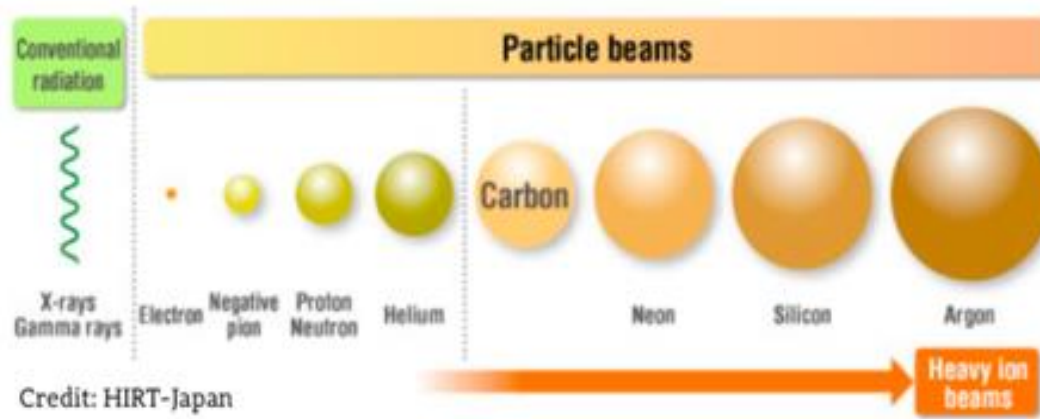
fundamental science
QGP studies



Credit: CERN



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



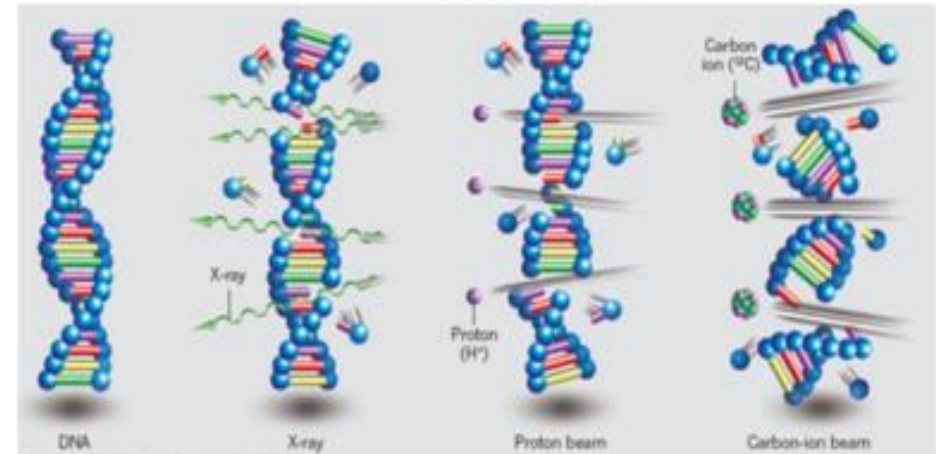
Credit: HIRT-Japan

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