

Particle Therapy MasterClass



INTERNATIONAL MASTERCLASSES

Γιώτα Φωκά (GSI/CERN)

Εκ μέρους του

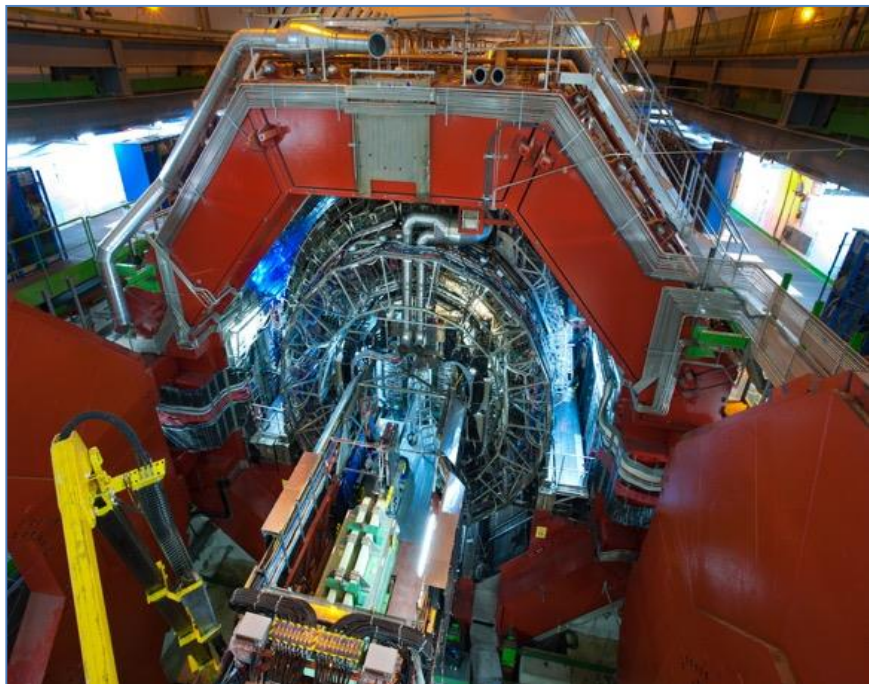
IPPOG και IMC Steering Group



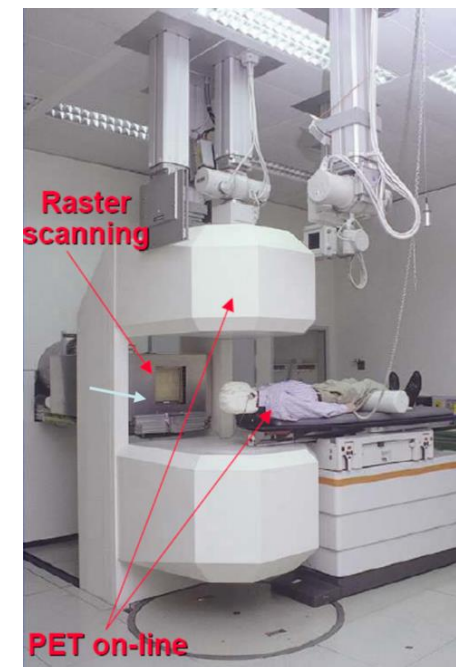
Βαρέα Ιόντα για Έρευνα και Θεραπεία Καρκίνου

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

ALICE heavy-ion experiment at CERN



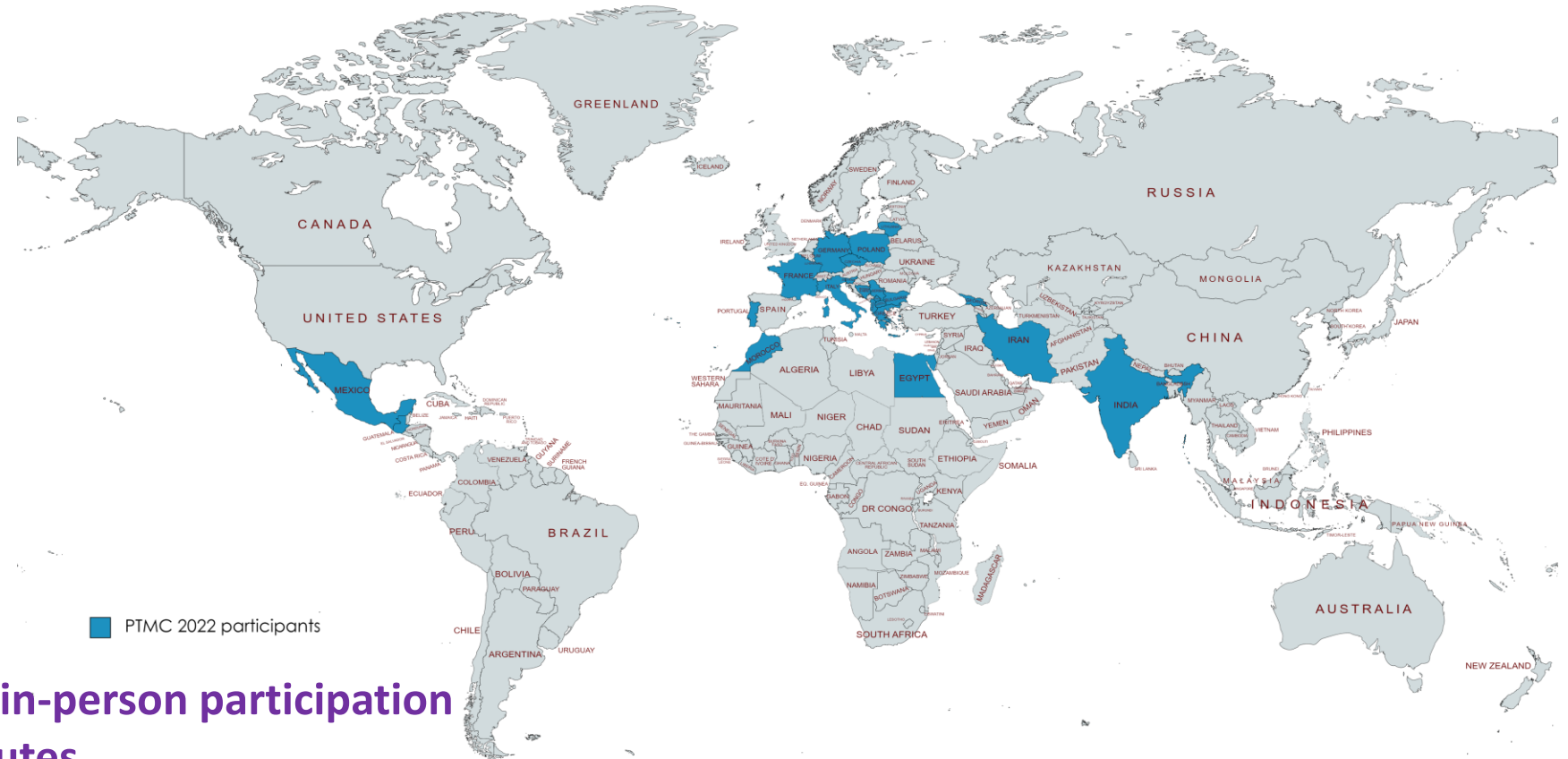
GSI, pioneering heavy-ion cancer therapy



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

Participants of online PTMC in IMC2022

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



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

In person at AUTH 23 feb 2023

Γιαννακέρη Δάφνη, Θεοδωρίδου Ελπίδα,
Κοριτσιδης Κωνσταντίνος, Κωστάκης Κωνσταντίνος,
Μήτσιου Ηλιάνα, Ξανθοπούλου Ειρήνη,
Πουκέτ Αναστασίου Αλέξανδρος

<https://www.facebook.com/profile.php?id=100090138523461>





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

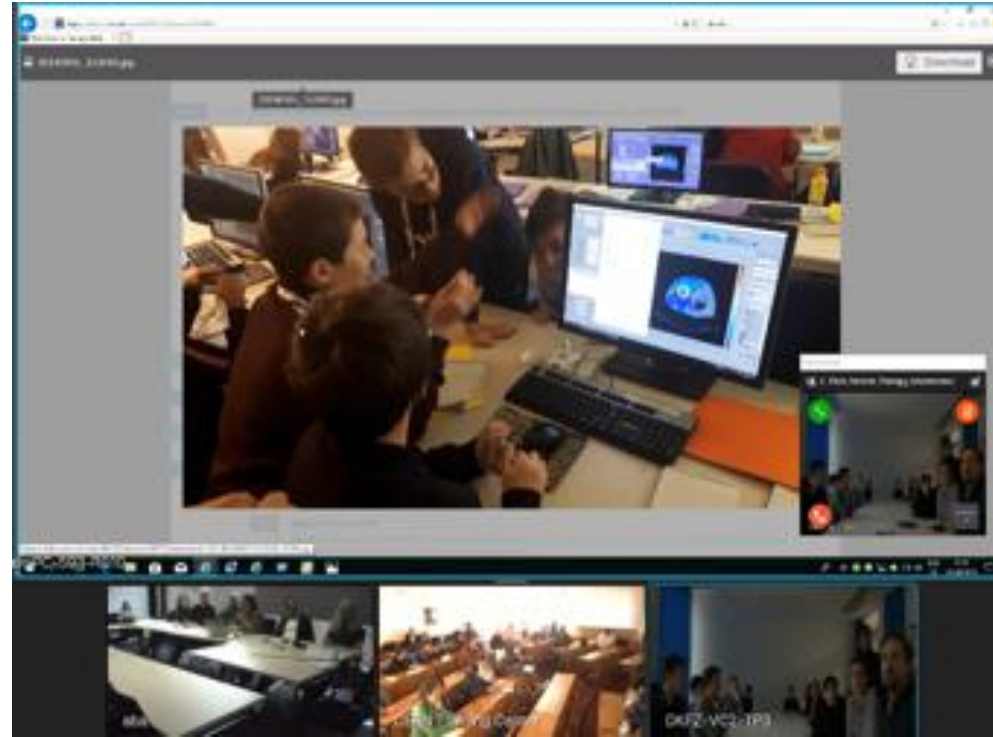
- 177 institutes
- 257 Masterclasses
 - 35 ATLAS W
 - 104 ATLAS Z
 - 58 CMS
 - 39 LHCb
 - **18 ALICE Strangeness**
 - **3 ALICE RAA**

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


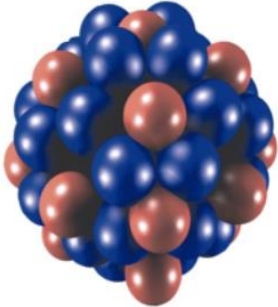
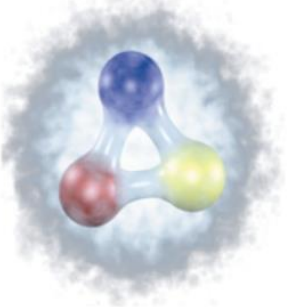
**ΕΛΠΙΔΑ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΡΟ ΓΙΑ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ
ΣΤΗΝ ΜΑΧΗ ΚΑΤΑ ΤΟΥ ΚΑΡΚΙΝΟΥ**



Πως σχετίζεται η Φυσική με την Ιατρική;

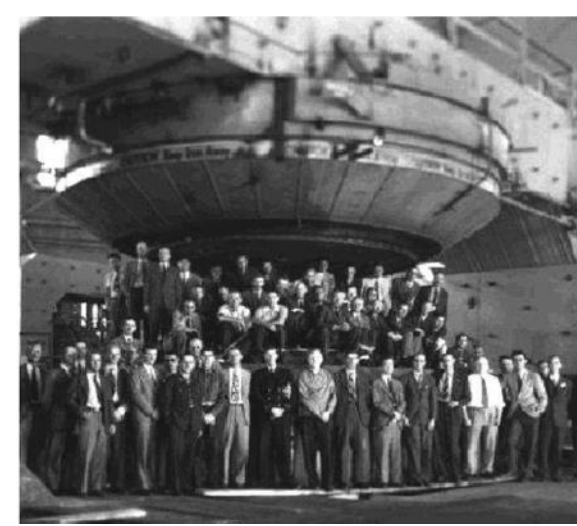
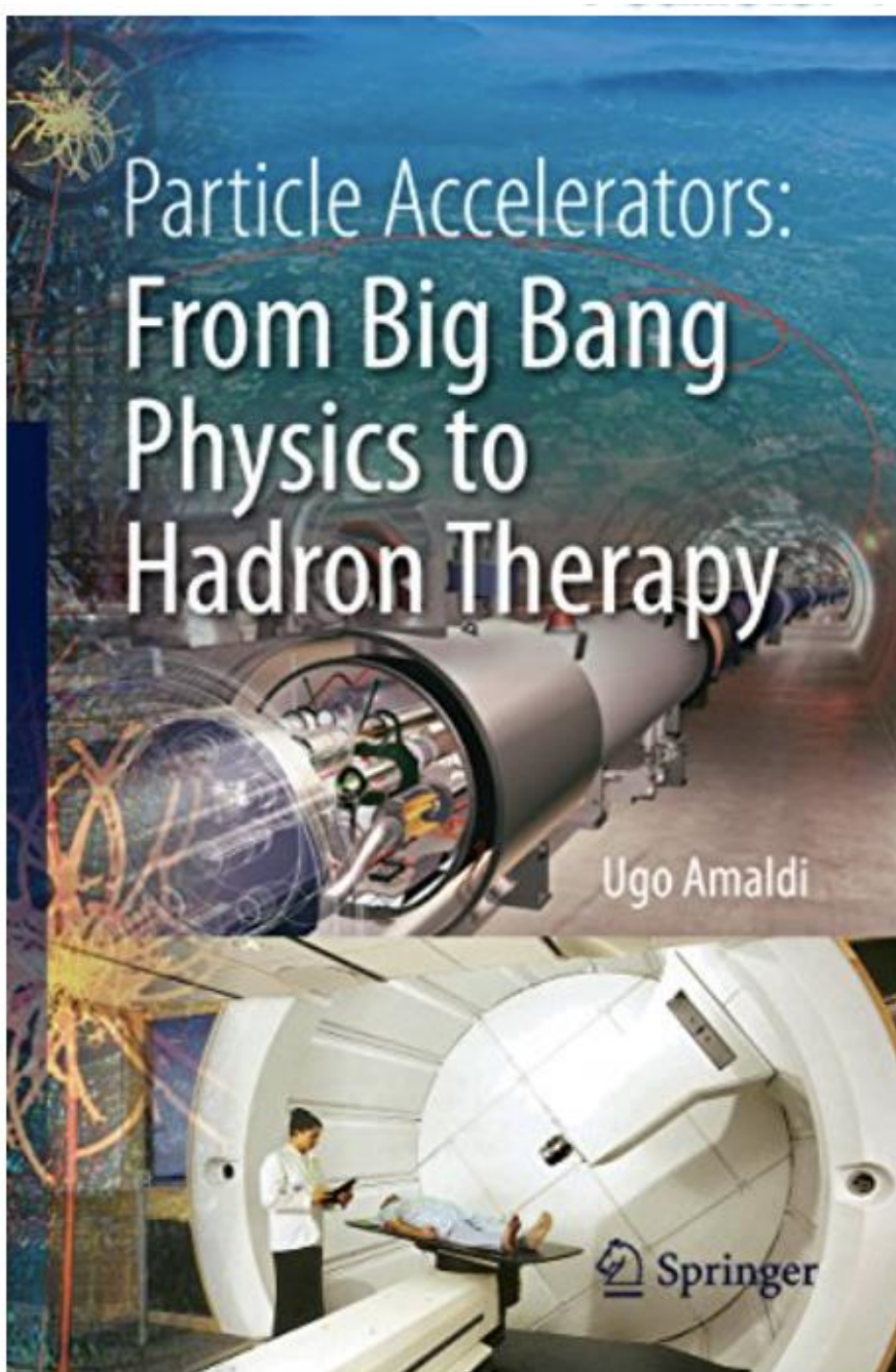
Τι ακριβώς είναι η θεραπεία με σωματίδια;

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.

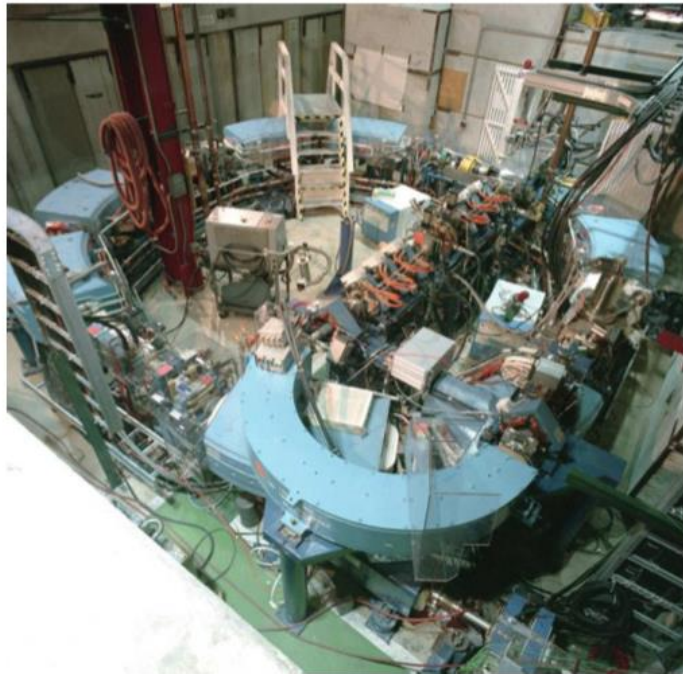
In 1938 starts direct irradiation of patients with neutrons from the new 60-inch cyclotron (Lawrence brothers).

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

To 1956, η πρώτη θεραπεία καρκινικού όγκου στο Berkeley.

Από την Φυσική στην Ιατρική

1993- Loma Linda
USA (proton)



First dedicated clinical
facility

1994 – HIMAC
Japan (carbon)



1997 – GSI
Germany (carbon)

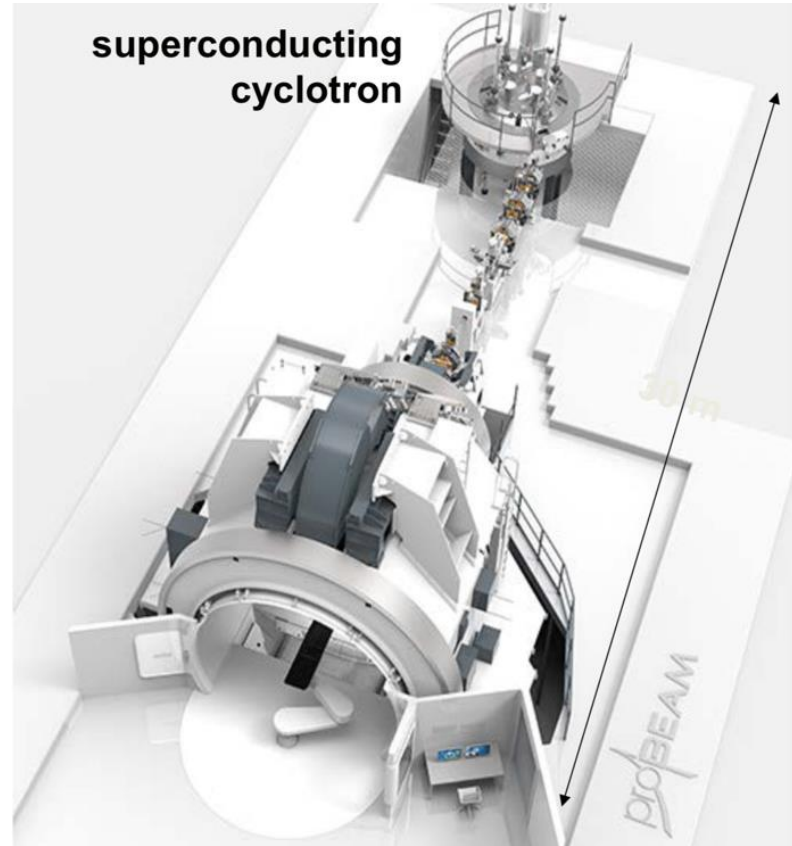


Επιταχυντές για την υγεία

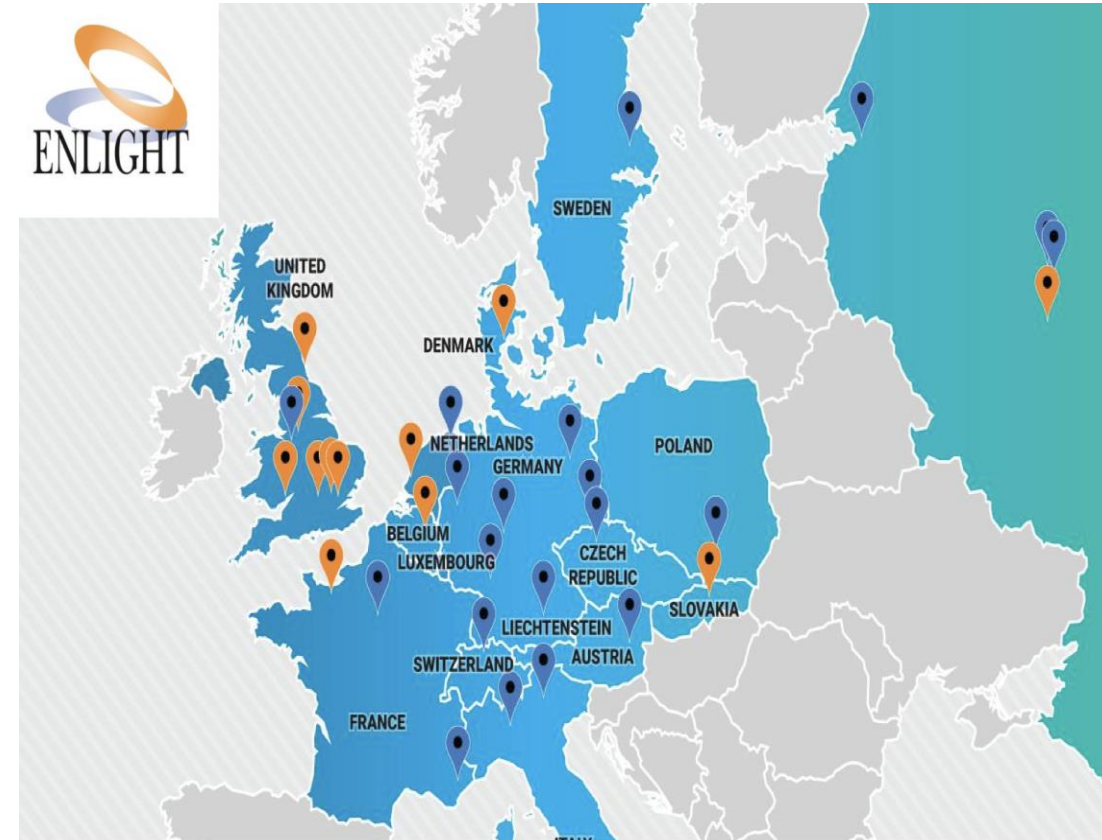
Conventional x-ray Radiotherapy



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



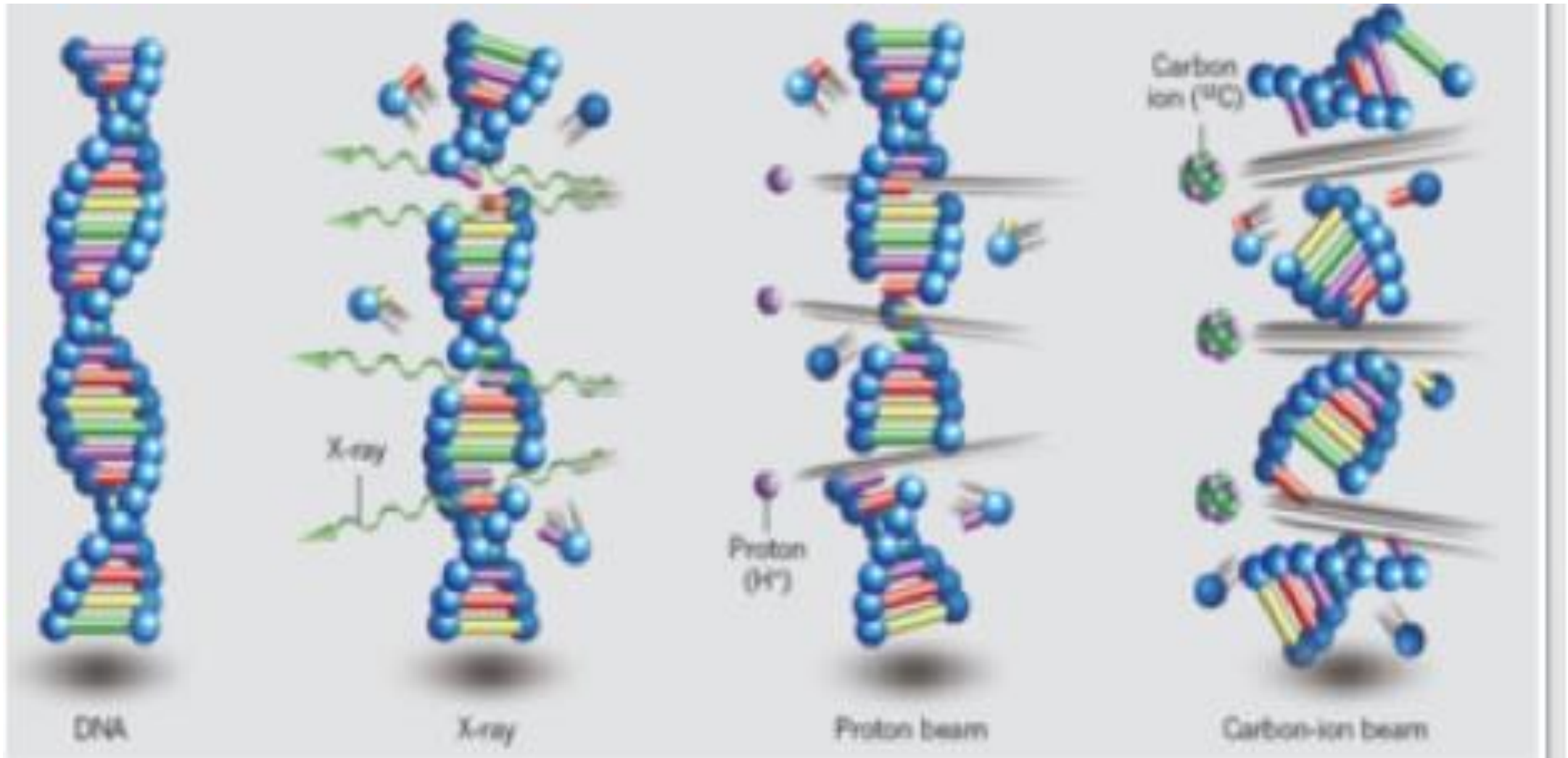
HIT, Γερμανία



MIT, Γερμανία



Οπλοστάσιο για θεραπεία καρκινικών όγκων



DNA

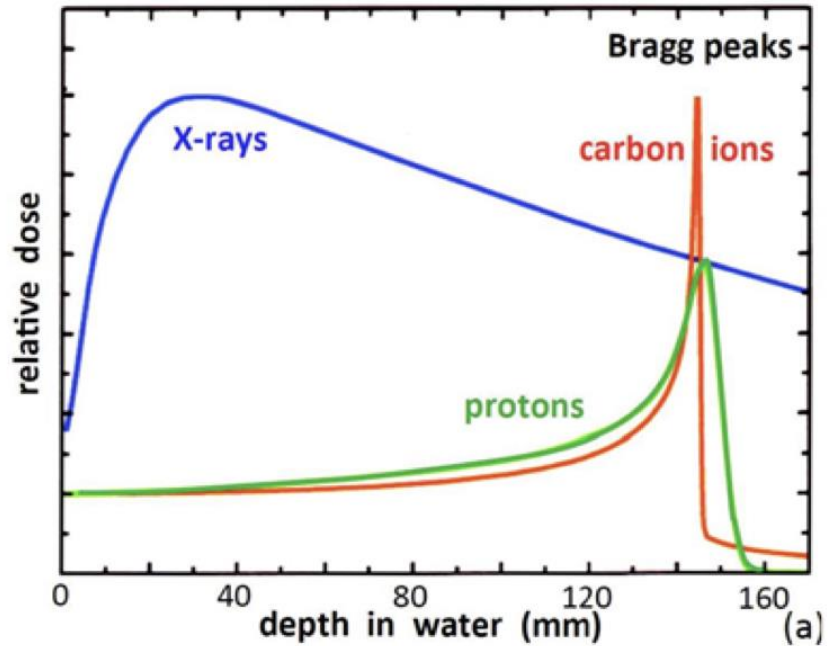
φωτονια

πρωτονια

ιοντα ανθρακα

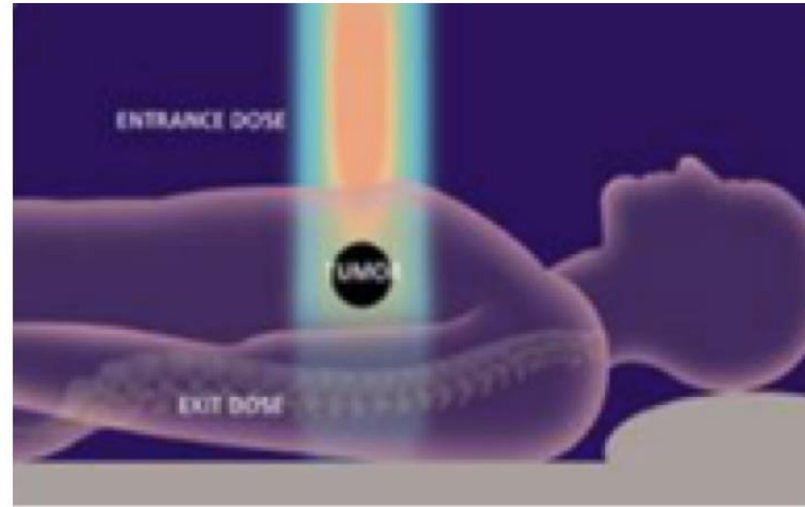
Hadron therapy with protons or ions

The Bragg peak



Different from X-rays or electrons, protons (and ions) deposit their energy at a given depth inside the tissues, **minimising dose to the organs close to the tumour, sparing nearby organs.**

Required energy for full-body penetration: 230 MeV protons, 450 MeV/u C-ions.



22,000 patients/year (2018) treated with particle beams,
25,000,000 patients/year with X-rays.

Οφέλη Επιταχυντών για την Κοινωνία

Accelerator and Society

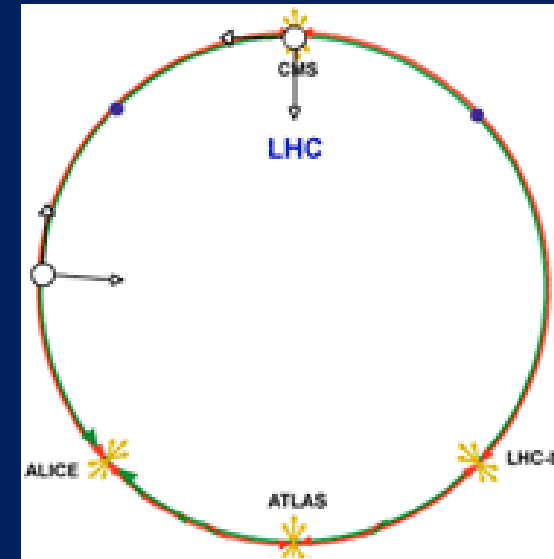
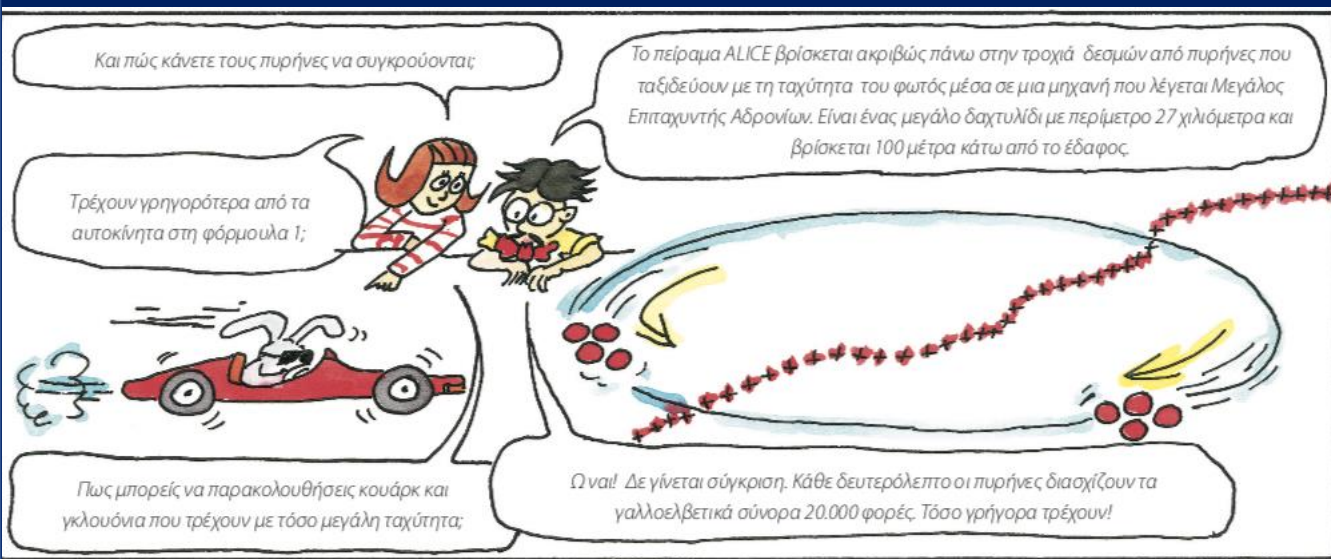
Over 30'000 particle accelerators are in operation world-wide.

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

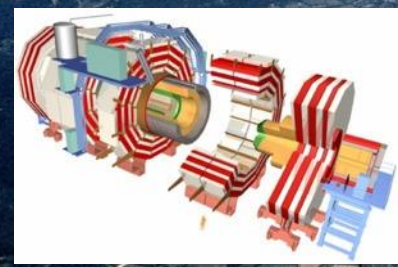
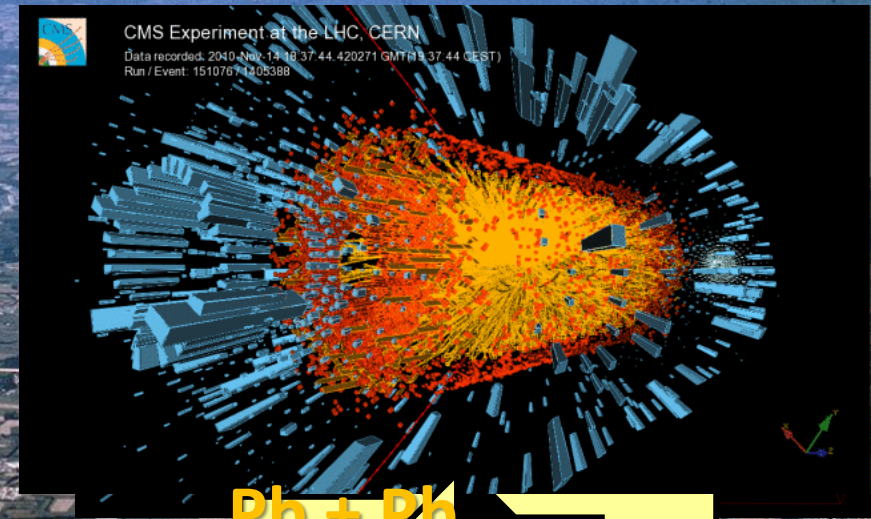


Large Hadron Collider of 'Large Hadrons'

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



Βραβείο Nobel Φυσικής 2013

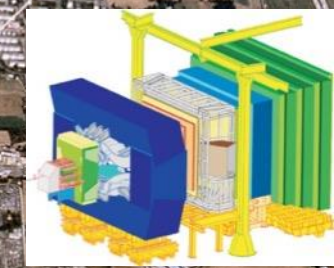
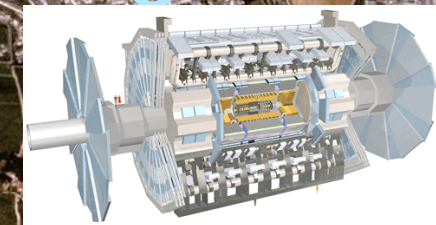


CMS

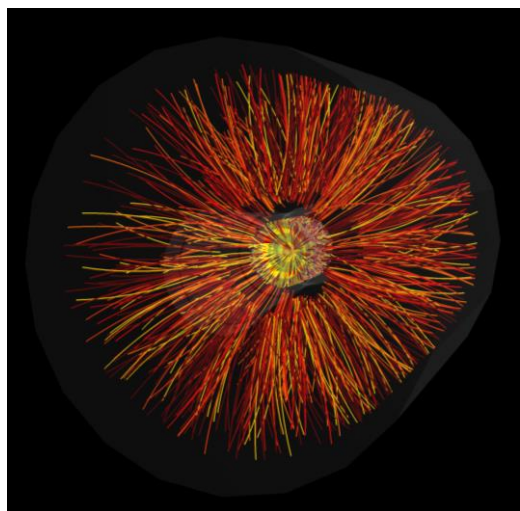


ALICE

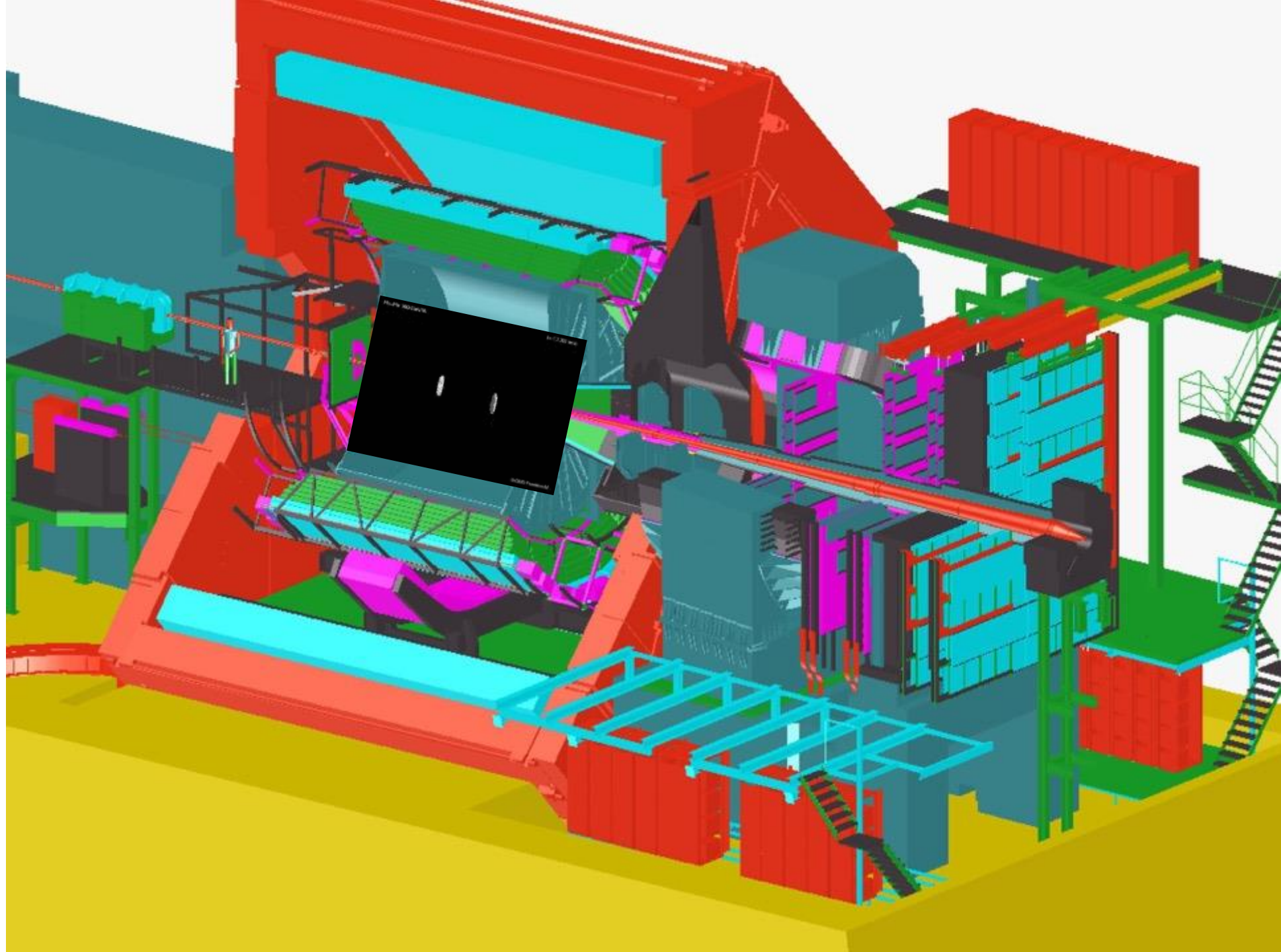
ATLAS



Πείραμα ALICE ηλεκτρονική κάμερα

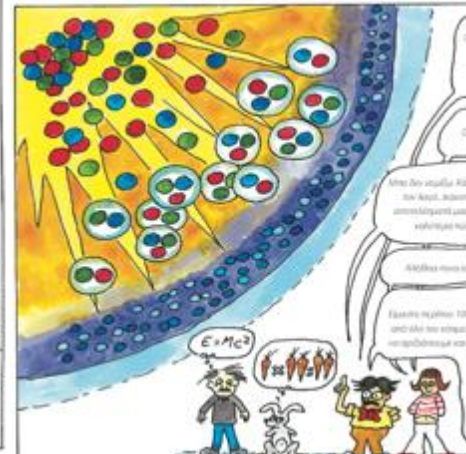
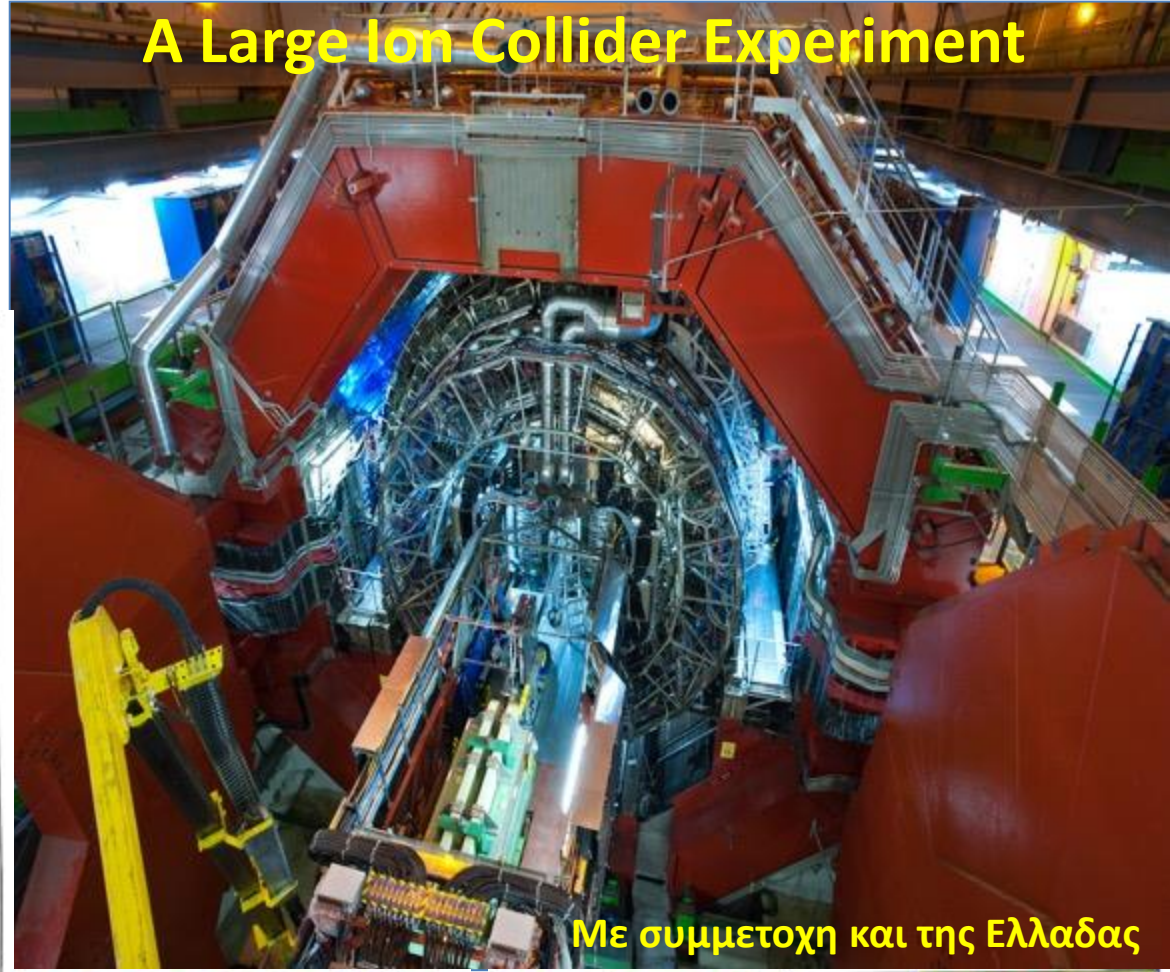
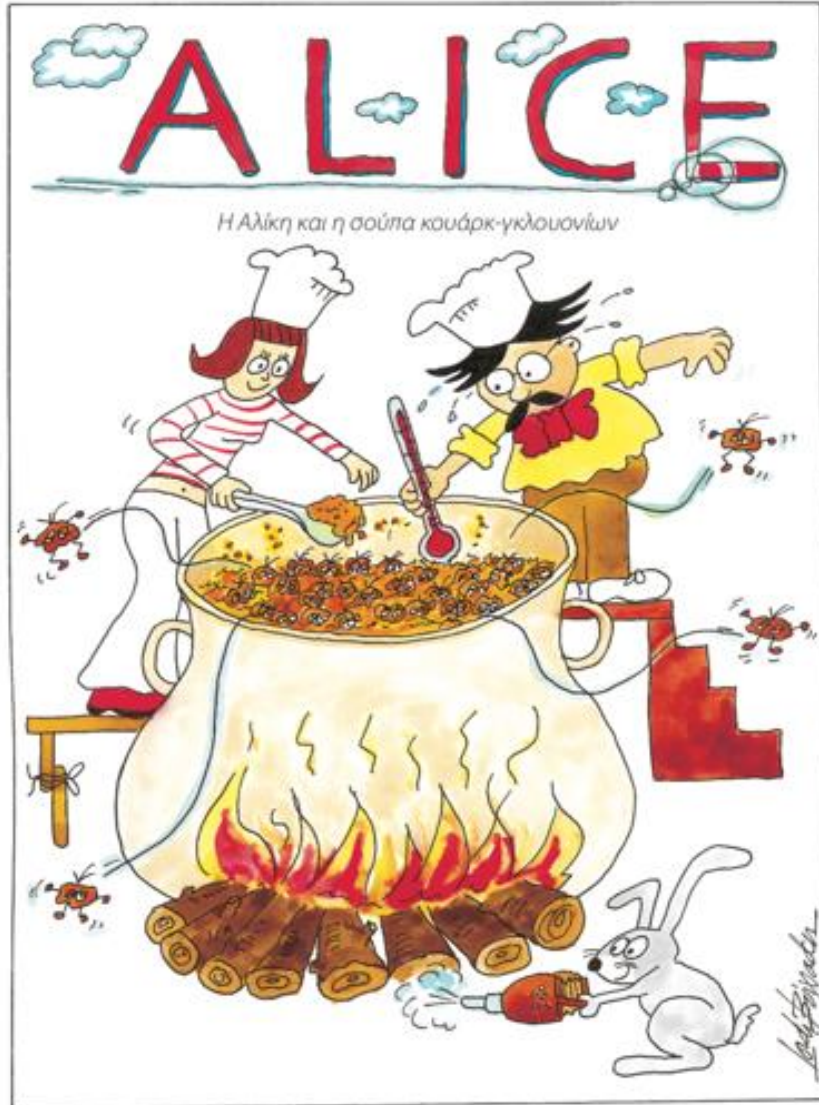


Το πείραμα ALICE
έχει σχεδιαστεί
για την μελέτη
των συγκρούσεων
βαρέων ιόντων



ALICE

Πείραμα Βαρέων Ιόντων στο CERN LHC



A Large Ion Collider Experiment

Με συμμετοχή και της Ελλάδας

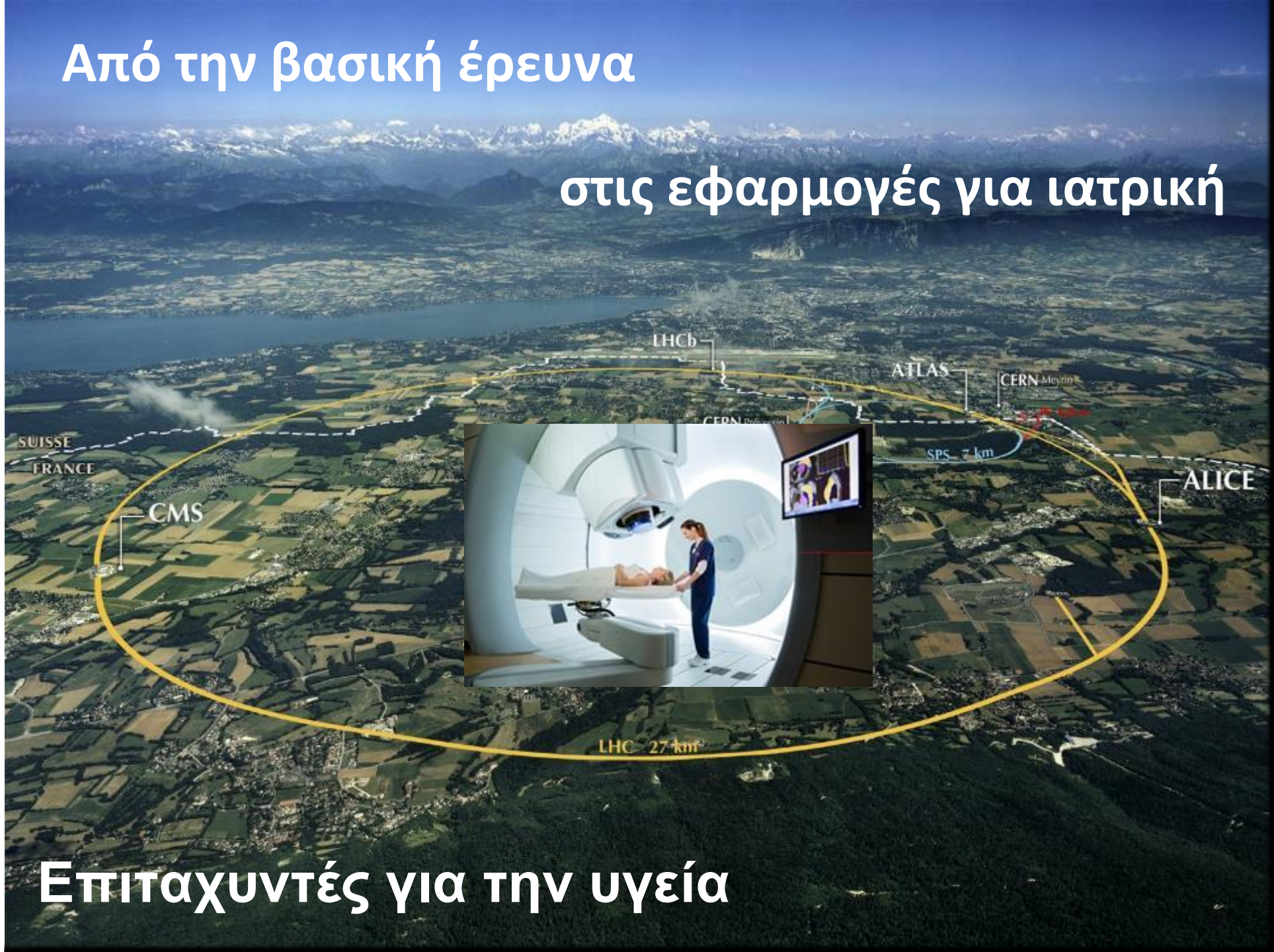
Από την βασική έρευνα

**Ποια είναι
τα οφέλη;**

στις εφαρμογές για ιατρική

Η τεχνολογία επιταχυντών
χρησιμοποιείται για έρευνα
και για θεραπεία καρκίνου

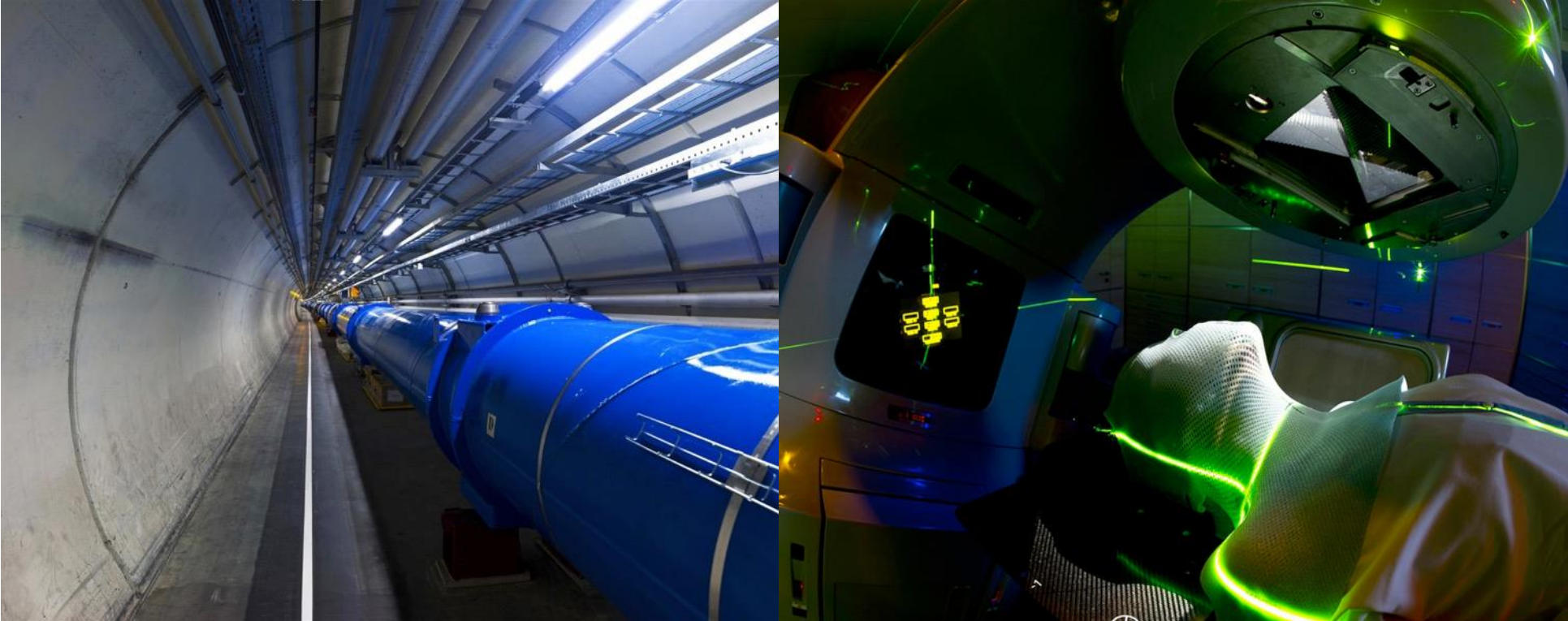
Καινοτόμες τεχνολογίες
που αναπτύσσονται
για τα μελλοντικά σχέδια
του CERN
ήδη βρίσκουν εφαρμογές



Επιταχυντές για την υγεία

Επιταχυντές για την υγεία

Από την έρευνα...



.....στις ιατρικές εφαρμογές

Prime's Minister visit

- The CERN stand was visited by the prime minister of the country during the inauguration of the fair. Impressed by the innovations achieved by CERN and its collaborators but also by the students of the Aristotle University of Thessaloniki, he expressed his congratulations and stated his support and wish to provide with any assistance.





From discovery through science

CERN is the world's largest laboratory for particle physics. At CERN, physicists and engineers of more than 100 nationalities study the building blocks of matter and the forces that hold them together. They use the world's largest and most complex scientific instruments: accelerators, particle detectors and high-performance computing.

When CERN was founded, in 1954, the structure of matter was a mystery. Today, we know that all visible matter in the Universe is composed of a remarkably small number of particles, whose behaviour is governed by four distinct forces. CERN has played a vital role in reaching this understanding.

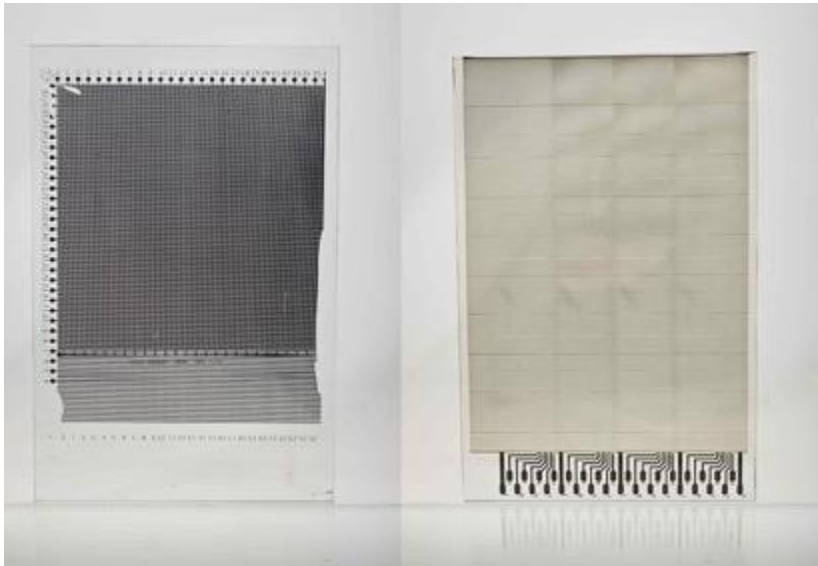
Hadron Collider (LHC), is metres below ground. It is that the Higgs boson, long sought mechanism that particles. Beyond CERN accelerator, the LHC diverse scientific some of the many remain about the universe.

Panel 2: From discovery through science...To benefits for society

Οφέλη για την κοινωνία

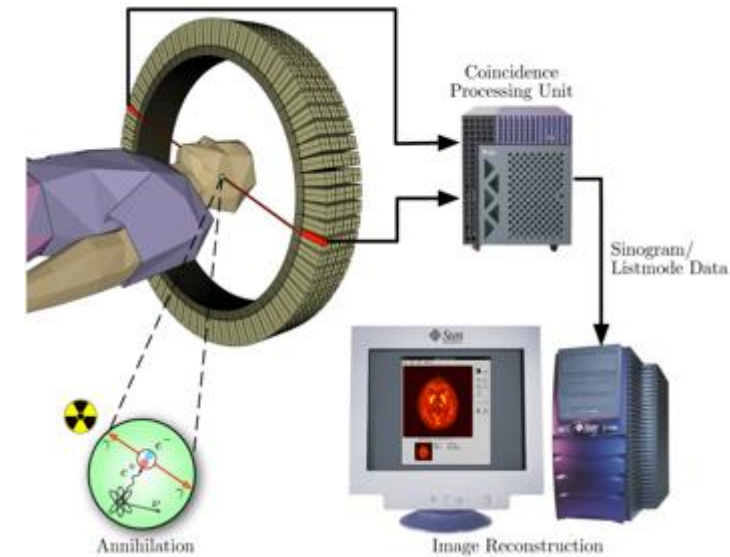
Αν και η έρευνα για τα βασικά επιστημονικά ερωτήματα της Φυσικής δεν αποσκοπεί στην παραγωγή “προϊόντων” άμεσης χρησιμότητας, εντούτοις **πολλές εφευρέσεις ωφέλιμες για τον απλό άνθρωπο ξεκίνησαν από την έρευνα της φυσικής στο CERN.**

Οθόνη Επαφής (touchscreen) World Wide Web (WWW)



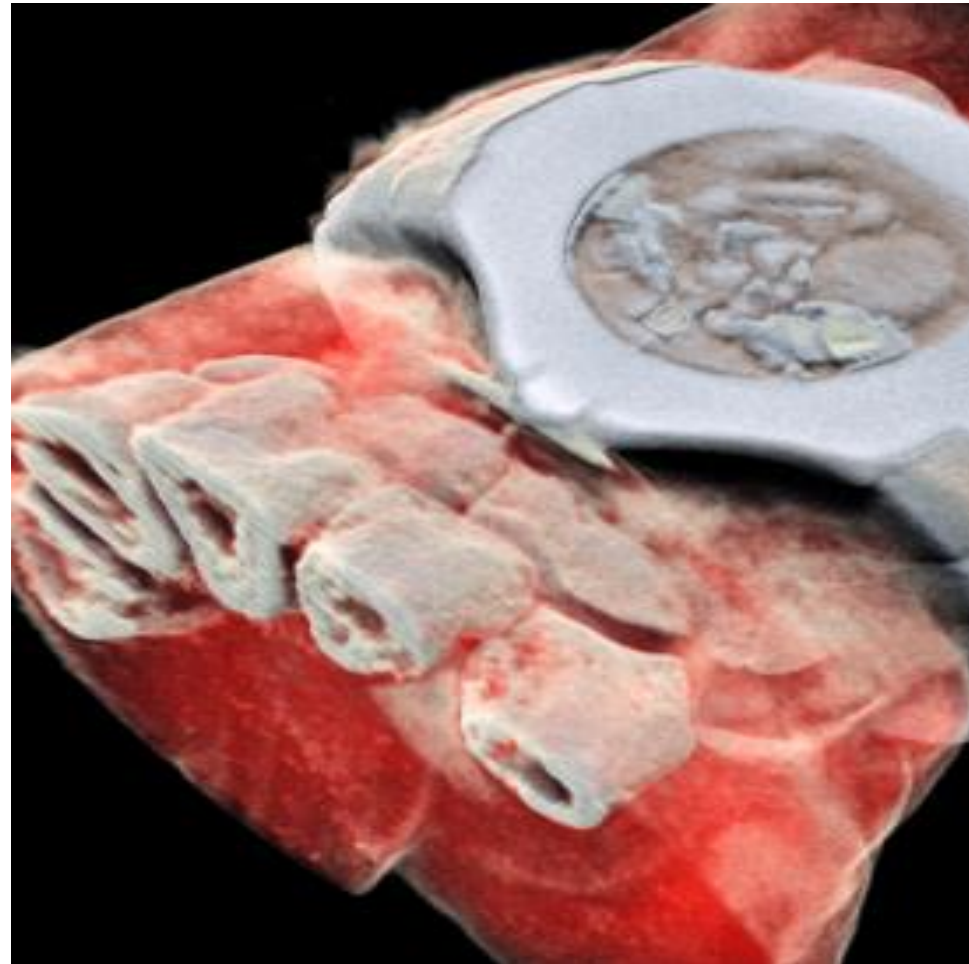
Tim Berners-Lee

PET scan



Ο σκοπός των ερευνητικών κέντρων είναι η βασική έρευνα, η κατάκτηση γνώσης. 24

Έγχρωμες ακτινογραφίες



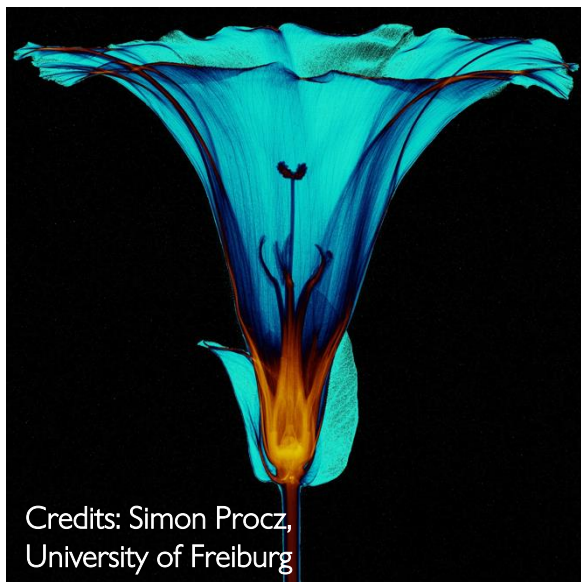
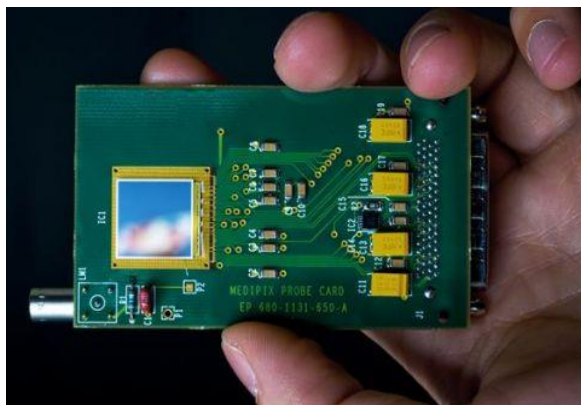
Από την πρώτη ακτινογραφία, στην πρώτη έγχρωμη ακτινογραφία

Rontgen 1895,

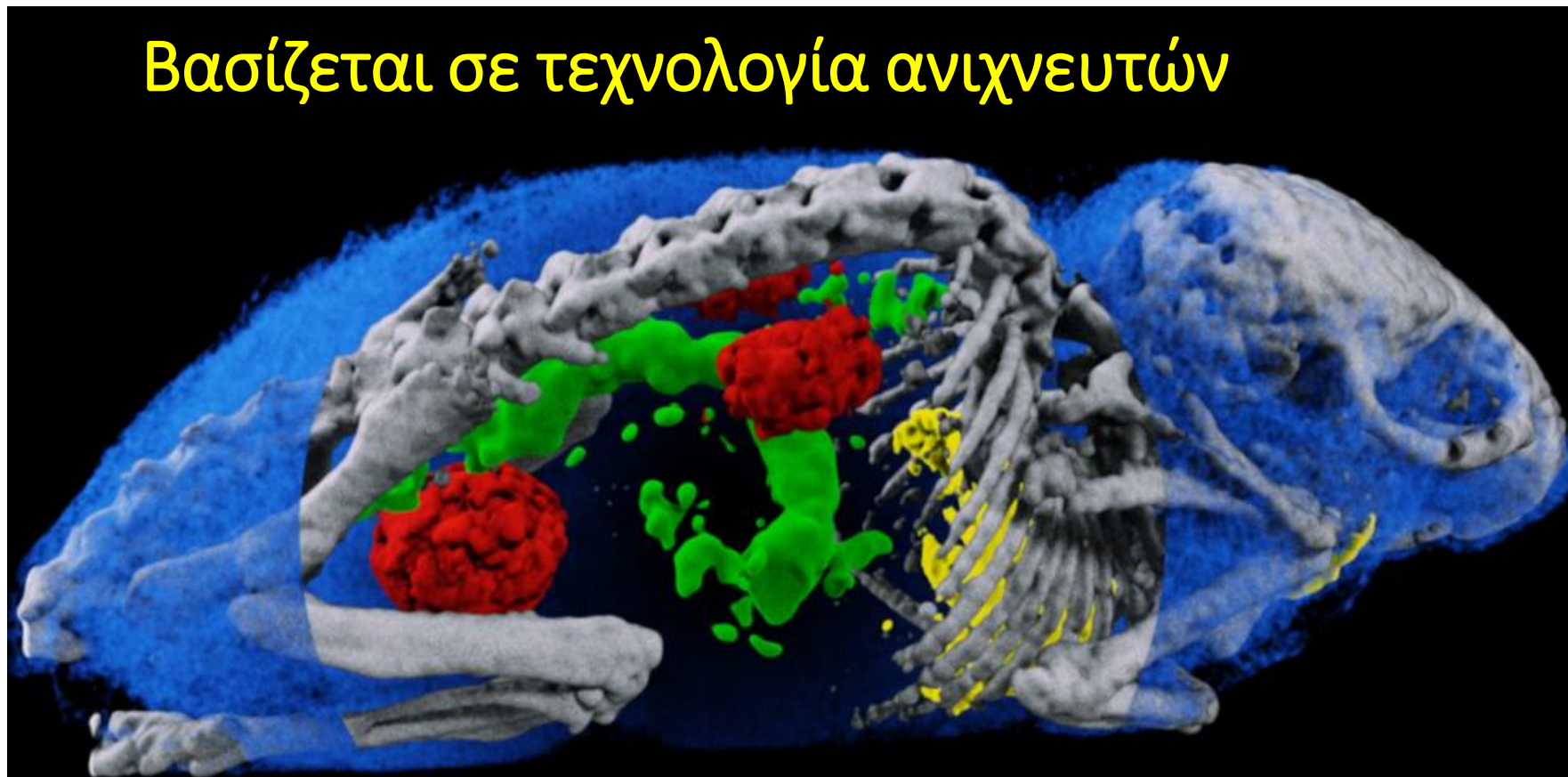
to CERN technology 2018

Έγχρωμες ακτινογραφίες

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



Βασίζεται σε τεχνολογία ανιχνευτών

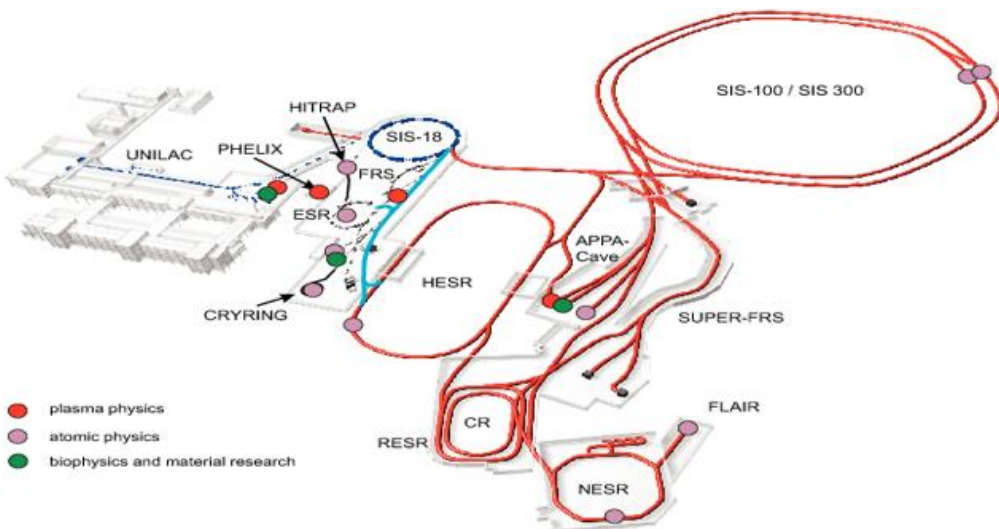
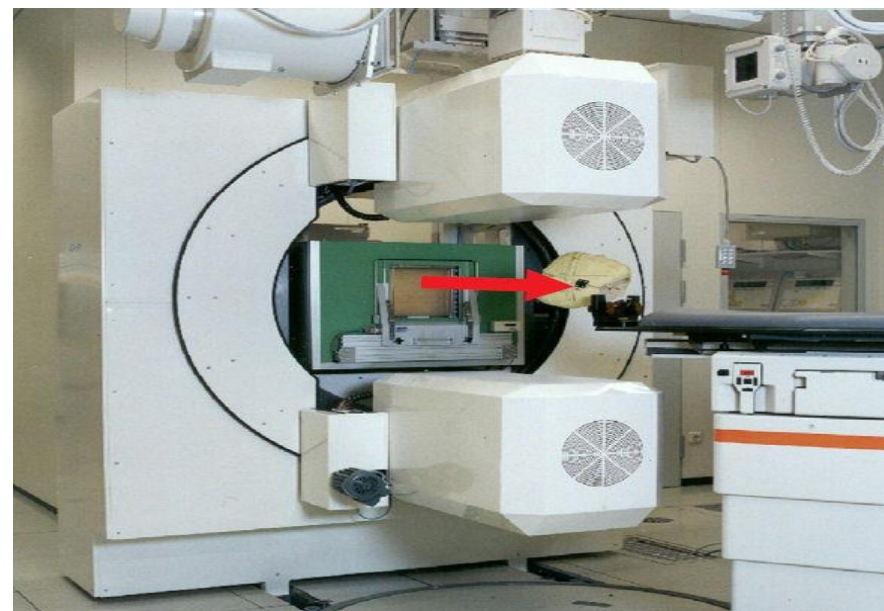


The water has been partly cut away to reveal the
bone, gold, gadolinium and iodine

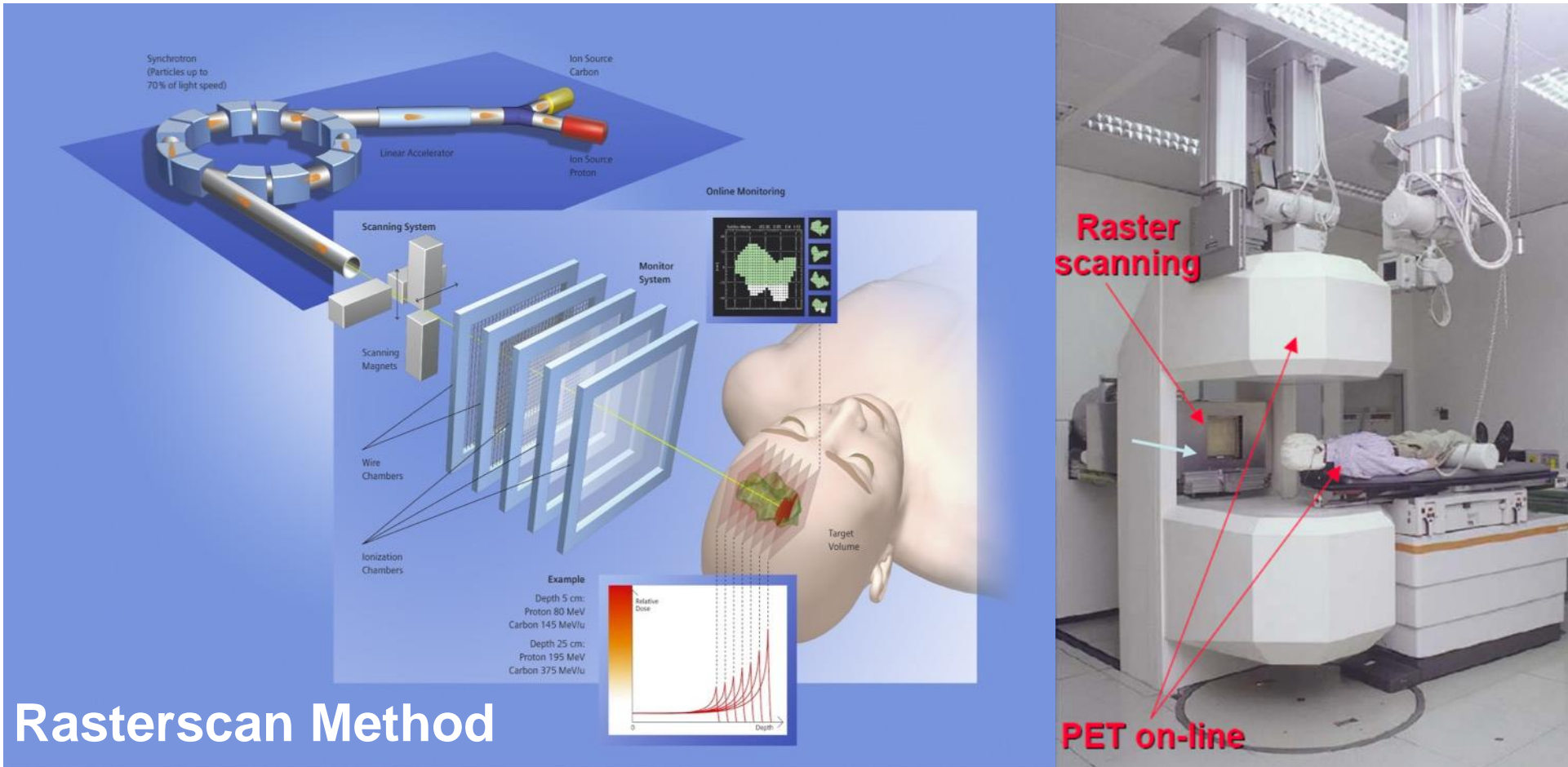
Βαρέα Ιόντα για Θεραπεία Καρκίνου στο GSI

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

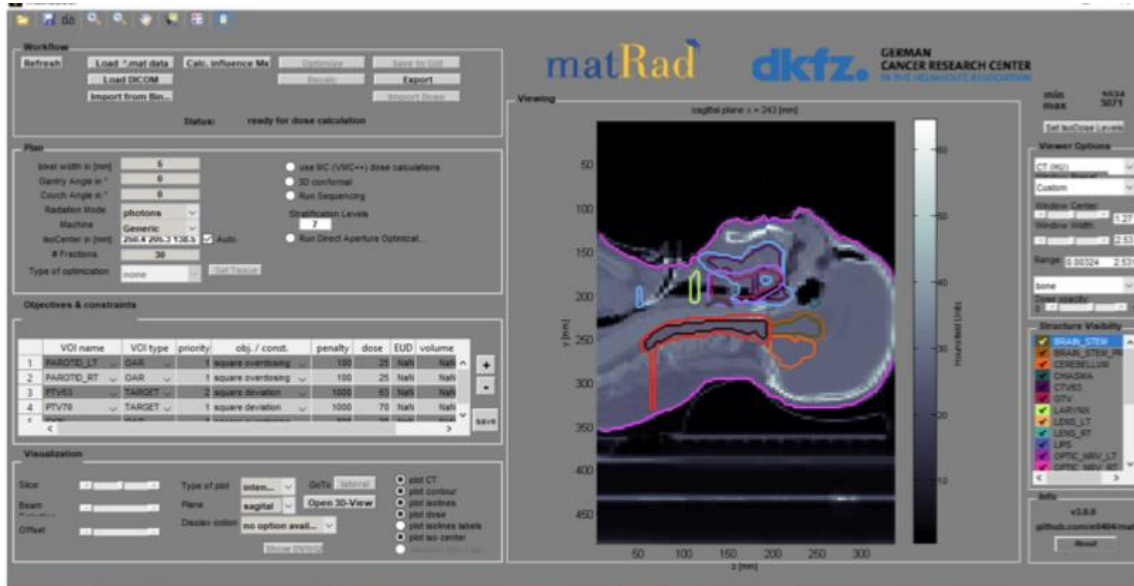


Particle Therapy MasterClass

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

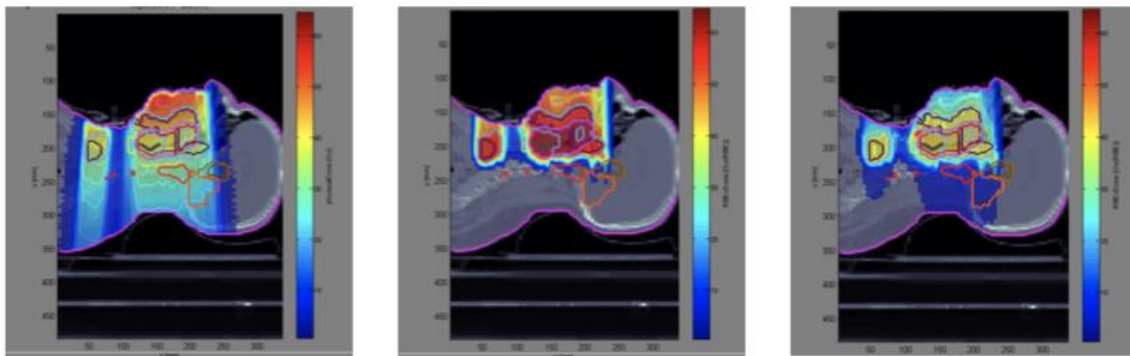
Με φωτόνια, πρωτόνια και ιόντα

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



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

Demo⁴ of the matRad software kit for Treatment Planning .

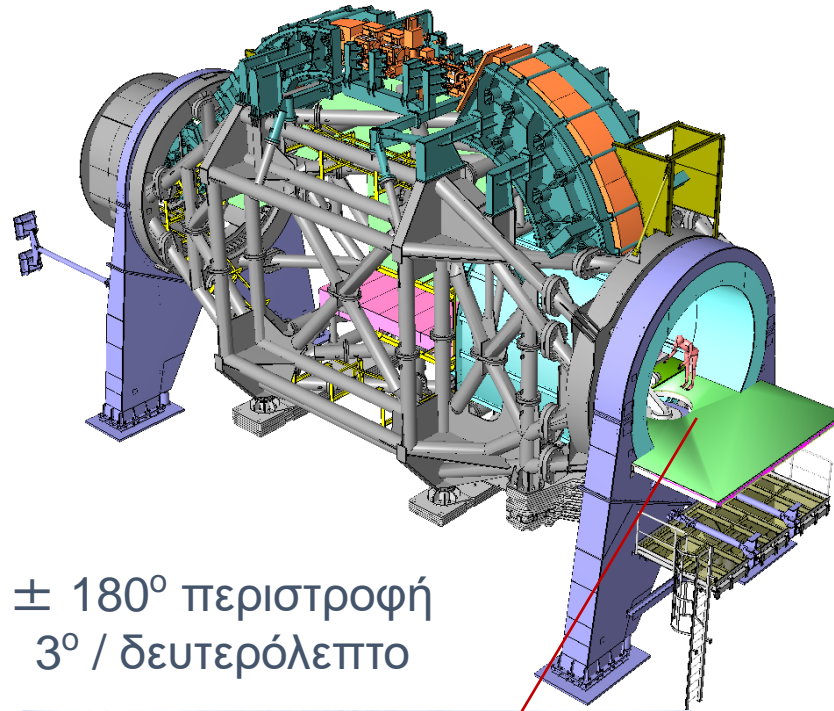


Εικονικό κέντρο σωματιδιακής θεραπείας



13m διάμετρος
25m μήκος
600 τόνοι

Gantry στο HIT



Το πρώτο παγκόσμιο gantry ιόντων

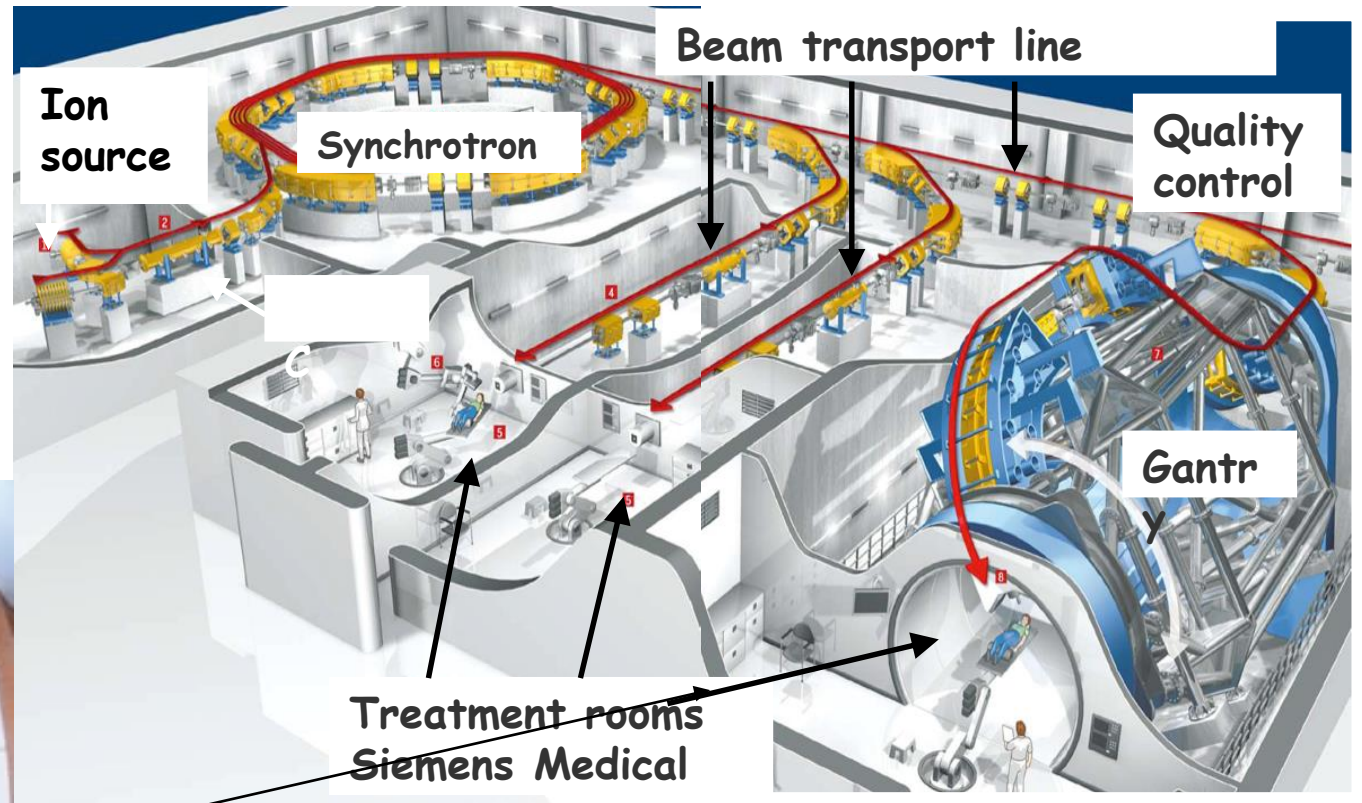


HIIT κέντρο θεραπείας καρκίνου με ιόντα άνθρακα

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

Ξεκίνησε την θεραπεία ασθενών το 2009.

Ακολούθησε το MIT στο Marburg





Basic concepts for a
SOUTH-EAST EUROPE
INTERNATIONAL INSTITUTE FOR
SUSTAINABLE TECHNOLOGIES
(SEEIIST)

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. Καπρινής

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

Επόμενη γενιά εγκαταστάσεων για ερευνα και θεραπεία καρκινικών όγκων με δέσμες ιόντων

Basic concepts for a
SOUTH-EAST EUROPE
INTERNATIONAL INSTITUTE FOR
SUSTAINABLE TECHNOLOGIES
(SEEIIST)



South East European
International Institute
for Sustainable Technologies

SEEIIST meetings in Thessaloniki

4-6 Apr 2022
Venue: Helexpo
Europe/Athens timezone

<https://indico.cern.ch/event/1103276/>

<https://m.youtube.com/watch?v=JaNQAWDLWz0&feature=youtu.be>

Overview

Venue

Agenda

- Timetable
- Program
- Material for Working Groups

Practical Information

- Accommodation
- City of Thessaloniki
- Excursion and Places of Interest
- Hotels & Restaurants
- Maps
- Visa Information
- COVID-19 Information

Instructions for Indico

Registration Form

Registrants List

SEEIIST Online
Information Event,
6/11/2020

Particle Therapy Online
Information Event,
06/04/2022

Articles and Photos

Contact

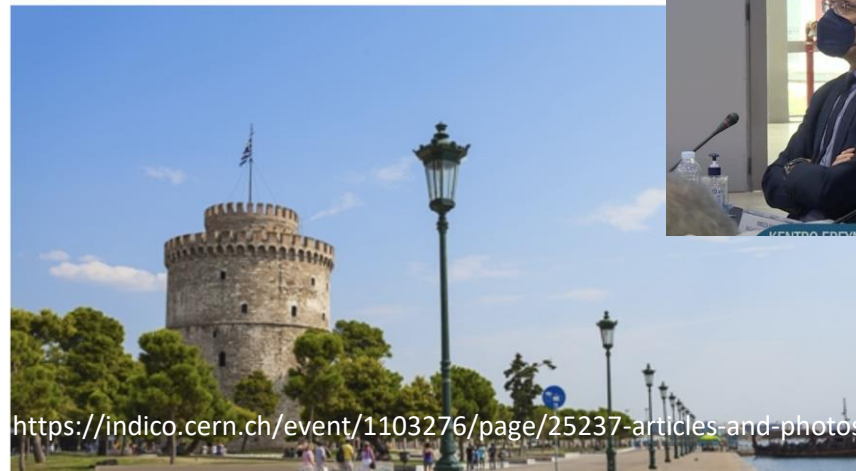
✉ Yiota.Foka@cern.ch

The main scientific goal of SEEIIST is the realisation of a "**Facility for Tumour Hadron Therapy and Biomedical Research**". Such a Regional Center of Scientific Excellence will strengthen local scientific expertise for future projects and the development of a sustainable economy and social cohesion. The facility is expected to stimulate the development of complementary technologies, such as the use of alternative energy sources or the development of advanced digital systems, and to trigger spin-offs. To maximise benefits it is planned as a regionally distributed facility with hubs in different countries offering numerous opportunities for technology transfer and benefits to South-East European industry as well as international cooperation opportunities.

The **SEEIIST** project has entered the **Design Phase** thanks to the first financial support of the **European Commission (DG RTD)** and the EU funded **HITRIplus** project, where state-of-the-art particle accelerator design is developed in collaboration with the main European research centres **CERN** and **GSI-FAIR**.

The SEEIIST meetings in Thessaloniki will be in hybrid mode, preferably in person and will include the:

- Open Steering Committee Meeting
- Closed Steering Committee Meeting
- Legal Framework Working Group Meeting
- Site Selection Working Group Meeting



<https://indico.cern.ch/event/1103276/page/25237-articles-and-photos>

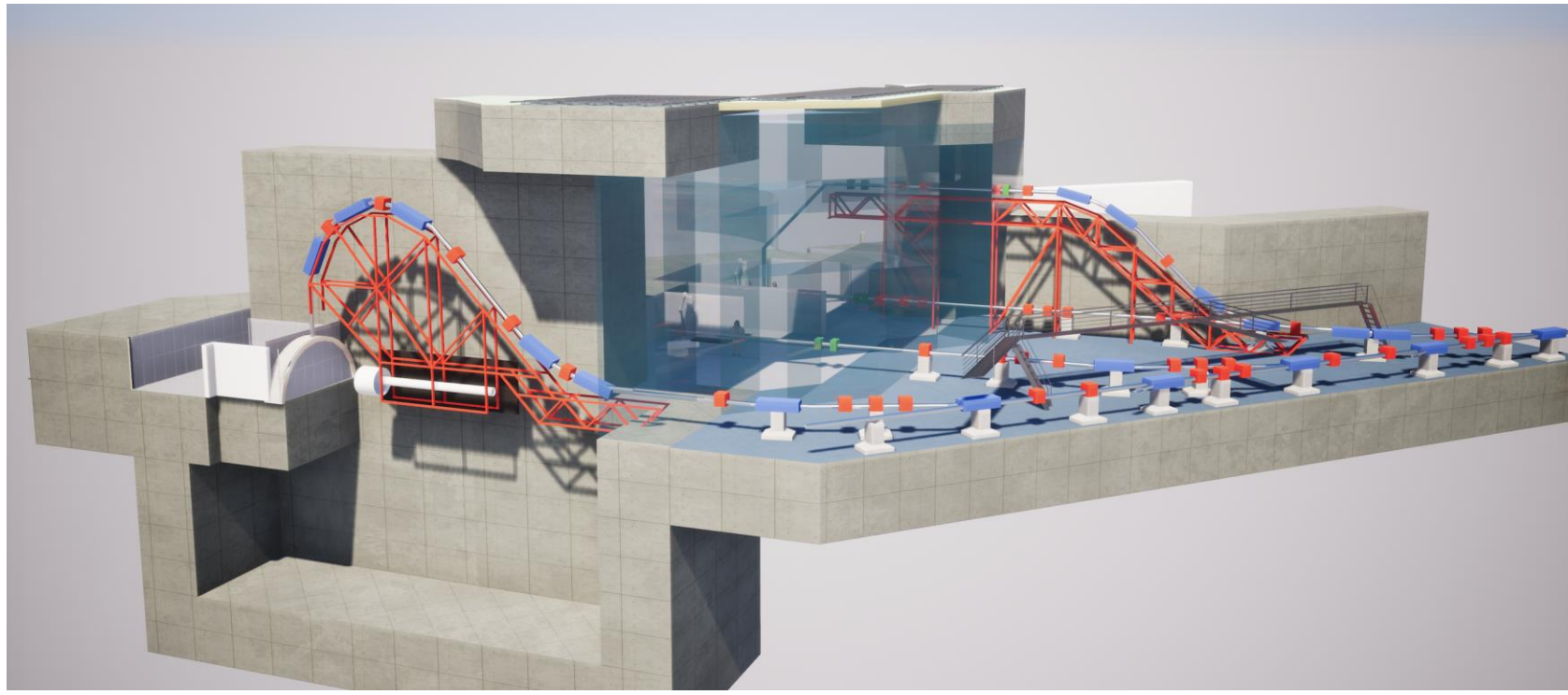
Beam Delivery

Gantry at HIT



600 tons

Gantry at SEEIIST



40 tons

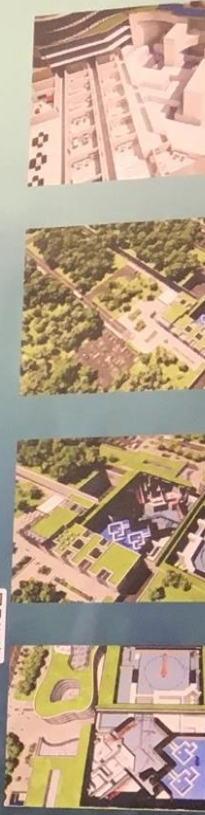
or Ion Therapy or Particle Therapy

των ή Σωματιδιακή Ραδιοθεραπεία για καρκινικούς όγκους

SEEIIST: South East European International Institute for Sustainable Technologies
SEEIIST: Διεθνές Ινστιτούτο Βιώσιμων Τεχνολογιών Νοτιοανατολικής Ευρώπης
Μία σύγχρονη προηγμένη ερευνητική υποδομή για καινοτόμο θεραπεία καρκινικών όγκων



Main Building



MIT

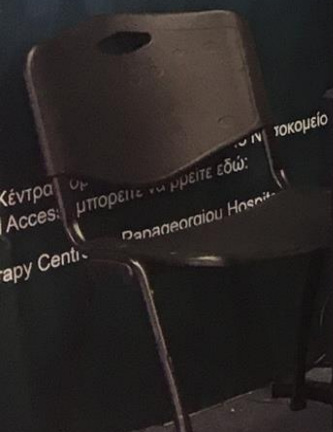
EUROPE

FUTURE SEEIIST

CNAO

MEGAUSTRUM

Κέντρα
Access
ary Centi



HITRIplus Στόχοι

<https://www.hitriplus.eu/>

Consortium

The consortium consists of 2 major European heavy ion physics laboratories, 4 European ion therapy centres, 8 world-class research institutions, 5 leading universities, 3 innovative SME's (two of which from SEE region). Their combined knowledge and background, grounded in experience of running four state-of-the-art treatment facilities and committed user communities, constitutes the core of this proposal.

Discover



Main aims:

- (a) transnational access,
- (b) new developments for the future SEEIST facility and upgrades of the existing ones
- (a) networking, training and education (**capacity building**)

HITRIplus EU-funded project

Large consortium of research infrastructures including CERN and GSI, plus universities, industry, all four existing European heavy-ion therapy centres, and the future research infrastructure SEEIST (South-East Europe International Institute for Sustainable Technologies)

HITRIplus Ανοιχτή Πρόσβαση: Transnational Access TNA

The **Clinical Access** gives the opportunity to clinicians/medical physicists/technicians referring patients to the hadrontherapy facilities to personally follow patient's treatment and follow up.

The **Research Access** will attract universities, research centres, and hospitals, which will connect all the groups to perform research activities with carbon ion beams. Industrial partners are also encouraged to take part in the research programme, to be involved in the development of new clinical procedures and new medical devices.

	CLINICAL	RESEARCH	TOTACCESS
CNAO	12	80	92
GSI	-	296	296
UKHDIT	10	72	82
MEDA	12	-	12
MIT	16	-	16
	50	448	498

Available and effective
Capacity Building
in SEE Countries
for Clinicians and Researchers

www.hitriplus.eu

Big opportunity for SEEIIST Members!!!

TNA: <https://www.hitriplus.eu/transnational-access-what-is-ta/>

FORM for CLINICAL TNA Access: <https://www.hitriplus.eu/transnational-access-ca/>

FORM for RESEARCH TNA Access: <https://www.hitriplus.eu/transnational-access-ra/>

Συνέδρια και ενημερώσεις για κοινό

Workshop on Ions for Cancer Therapy, Space Research and 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 Aulug (TU Braunschweig, Germany) Philip Bevington (University of Oxford, UK) Marco Donato (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 Murlikin (CERN, Russia) George Stenlund (Technical University of Denmark, Denmark) Thomas Strohriegl (CERN, Germany)	T. Fuchs (CERN, Germany) (Chair) C. Baltes (CERN, Germany) E. Brunenkamp (CERN, Switzerland and UCL, Canada) C. Graf (CERN, Germany) R. Kucharski (CERN, Germany) R. Paus (CERN, Germany) E. Pavlenko (CERN, Switzerland and Oxford, UK) M. Wambersanyi (CERN, Switzerland) R. Zorn (CERN, Germany)	E. Andreatta (CERN, Russia) K. Fink (CERN, Switzerland) J. Grunewald (CERN, Poland) M. Jank (CERN, France) A. Katsarova (CERN, Spain and CERN, Russia) D. Madsen (CERN, Denmark) D. Strohriegl (CERN, Germany)



Focus on medical applications

Archamps, 19 June 2018

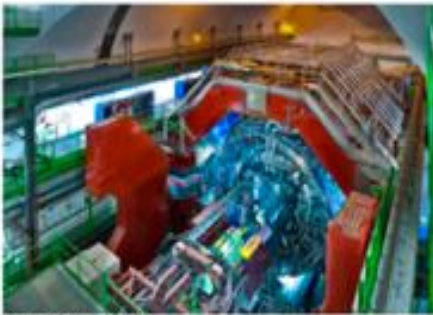
6

Θέμα: οφέλη για την κοινωνία από την βασική έρευνα

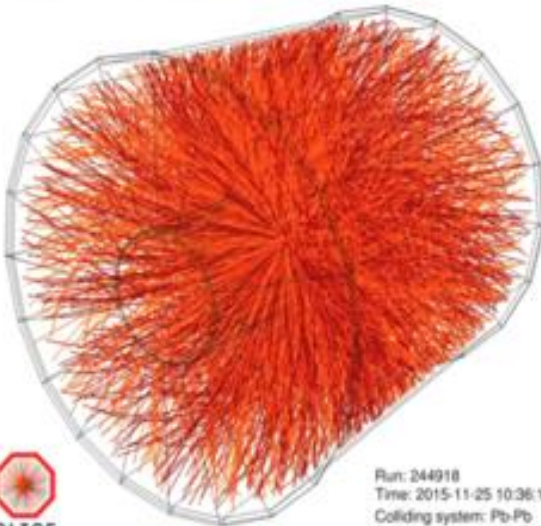
Βαρέα Ιόντα για Έρευνα και Θεραπεία Καρκίνου

Pb-Pb at 5.5 TeV
pp at 14 TeV

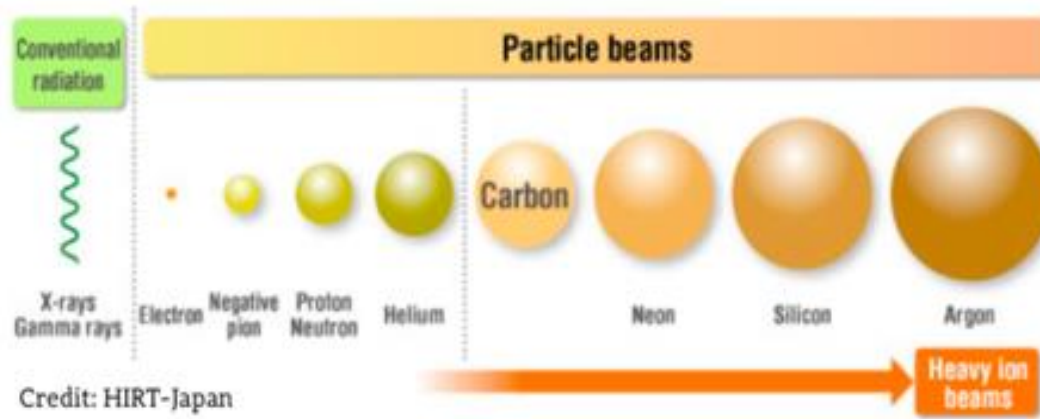
fundamental science
QGP studies



Credit: CERN



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



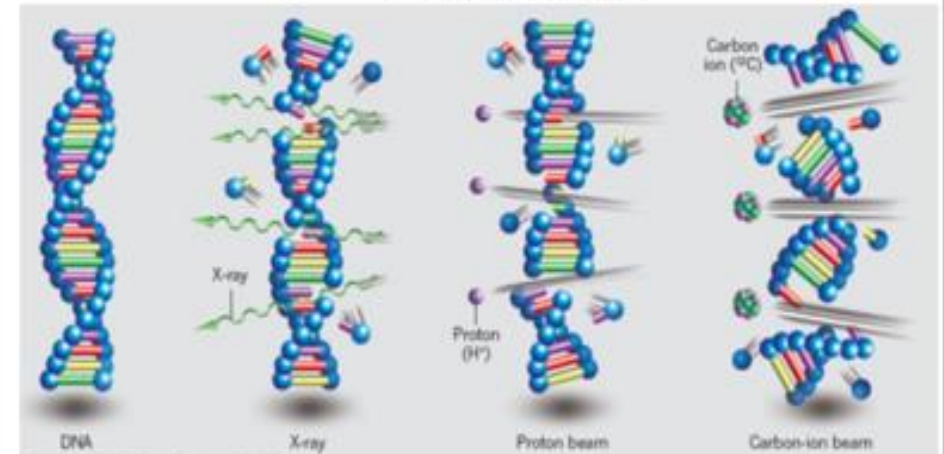
Credit: HIRT-Japan

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

applied science
medicine



Credit: HIT Heidelberg



Credit: T. Nomiya, NIRS Japan

Προγραμμα Particle Therapy MasterClass

09:15 → 09:20 **ENLIGHT Βίντεο: Αδρονικής Θεραπείας και Εικονικού Κέντρου Σωματιδιακής Θεραπείας (Video: Hadron Therapy at Particle Therapy Center)**

Video Link: <https://cern.nymus3d.nl/maps>
HT Video Link: <https://videos.cern.ch/record/2002120>

[Hadron Therapy Cen...](#) [Virtual Particle Ther...](#)

09:20 → 09:30 **Εικονική επίσκεψη στο ερευνητικό κέντρο GSI, ιστορικο δωματιο θεραπειας (Video: Historic Treatment Room)**

[GSI](#) [GSI Cave M treatme...](#)

09:30 → 09:45 **Καλωσόρισμα (Welcome)**

Convener: Aspasia Tasiopoulou

09:45 → 10:10 **Καλωσόρισμα και εισαγωγή στο PTMC (Welcome and introduction to PTMC)**

Speaker: Yiota Foka (GSI - Helmholtzzentrum fur Schwerionenforschung GmbH (DE))

[YF-PTMC-GREECE-4...](#) [YF-PTMC-GREECE-4...](#)

10:10 → 10:20 **Εικονική επίσκεψη στο ερευνητικό κέντρο GSI, ιστορικο δωματιο θεραπειας (Video: Historic Treatment Room)**

[GSI](#) [GSI Cave M treatme...](#)

10:20 → 10:30 **Ανερχόμενες ευκαιρίες για θεραπεία καρκίνου στην Ελλάδα (Upcoming opportunities for cancer therapy in Greece)**

Speaker: Anastasios Tzikas

10:30 → 10:45 **Επισκόπηση Συμπλέγματος Επιταχυντών του CERN (CERN accelerator complex overview)**

Speaker: Yannis Papaphilippou (CERN)

[Particle_Therapy_Ma...](#) [Particle_Therapy_Ma...](#)

12:10 → 12:20 **ENLIGHT Video: ENTERVISION**

Video Link: <https://videos.cern.ch/record/1541891>

[ENTERVISION](#)

12:20 → 12:28 **Σύνοψη (Closing Remarks)**

Speaker: Yiota Foka (GSI - Helmholtzzentrum fur Schwerionenforschung GmbH (DE))

12:30 → 12:45 **Βίντεο για το πείραμα Alice στα Ελληνικά (Video about Alice in Greek)**

[Alice \(Greek\)](#)

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.
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 Visit](#) [Animations](#)

13:15 → 14:15 **Διάλειμμα για μεσημεριανό γεύμα (Lunch Break)**

14:15 → 16:45 **Πρακτική άσκηση (Hands-on session)**

17:00 → 18:00 **Σύνδεση στο video conference (Connection to the video conference)**

Video Conference Indico Link: <https://indico.cern.ch/event/1246638/>

[Vide-conference Indi...](#) [Video-conference](#)



cern.ch/virtual-hadron-therapy-centre