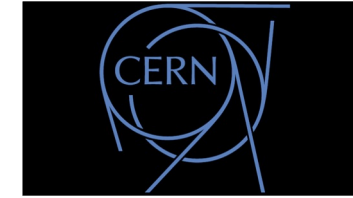
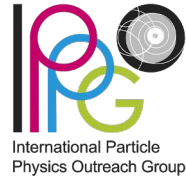


Particle Therapy Masterclass



Initiated by:

Yiota Foka (Coordinator - CERN, IPPOG), Niklas Wahl (DKFZ), Hans-Peter Wieser (DKFZ, LMU), Christian Graeff (GSI)

Kurs i shkurtër i terapisë me grimca

Adaptuar dhe Prezantuar nga: Bashkim Ziberi (UT)

Slide të krijuara nga:

Viridiana Badillo (FI-UNAM)

Enrique Sánchez (FI-UNAM)

Aris Mamaras (AUTH)

Martina Palkowitsch (DKFZ)

Niklas Wahl (DKFZ)

Yiota Foka (IPPOG, CERN)

Bashkim Ziberi (UT)



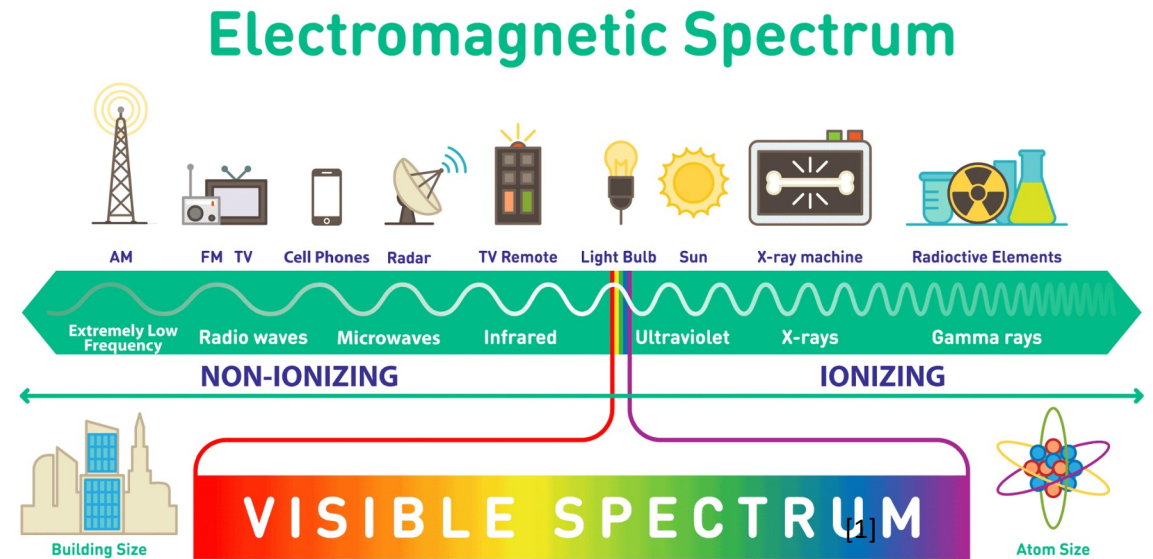
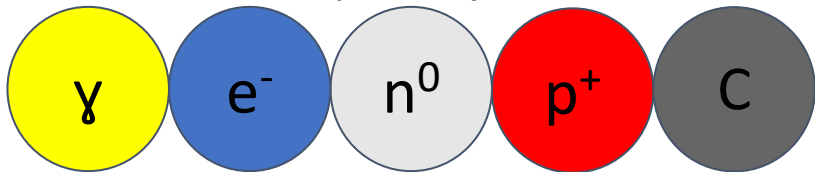
Instituto de
Ciencias
Nucleares
UNAM



ARISTOTLE
UNIVERSITY OF
THESSALONIKI

1. Çfarë është terapia me rrezatim?

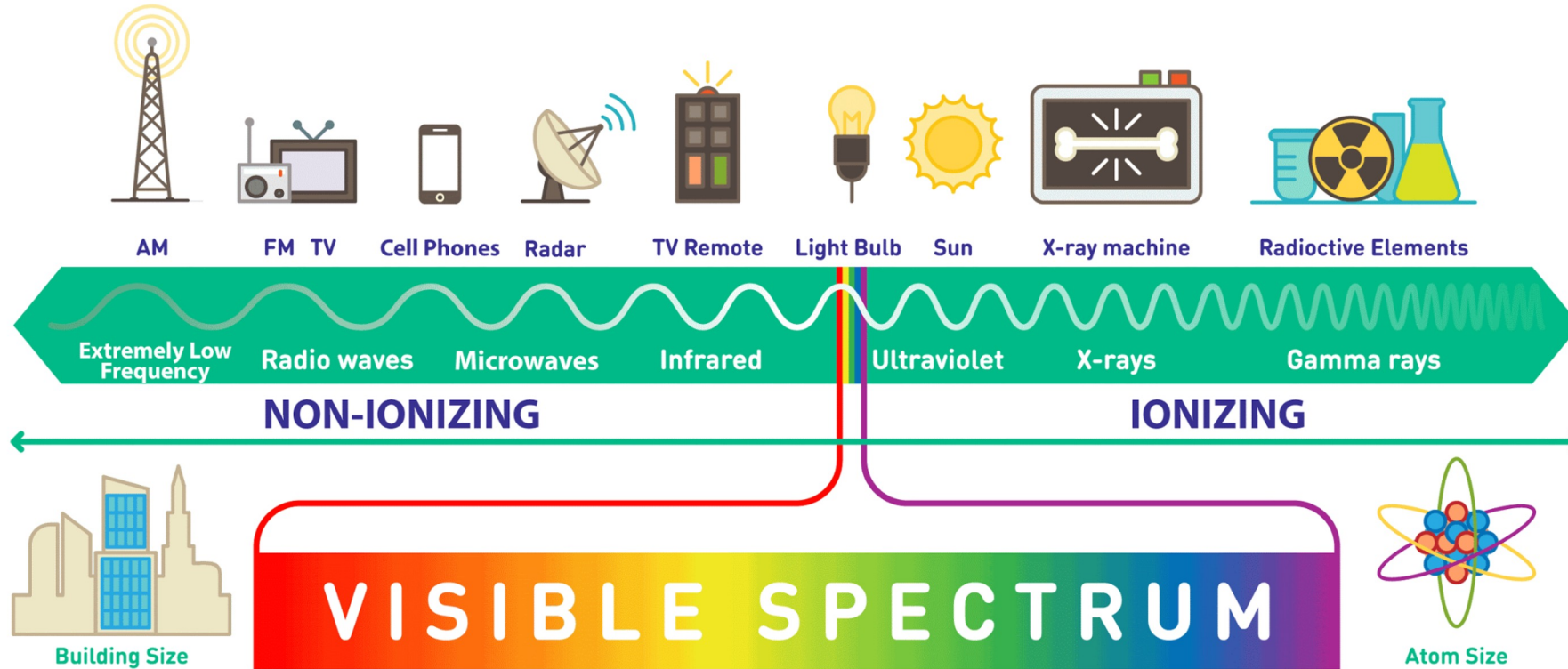
- Përdor rrezatime jonizuese për të krijuar dëme në ADN e qelizave kancerogjene
- Ka për qëllim të vdesë apo të mbaj nën kontroll qelizat kancerogjene dhe në të njëjtën kohë të ruaj qelizat e shëndetshme
- Përdoret në mënyra të ndryshme:
 - Radioterapia konveksionale
 - elektrone
 - fotone
 - Terapia me grimca
 - hadrone: kryesisht protone, por edhe neutrone
 - Jone: kryesisht jone karboni



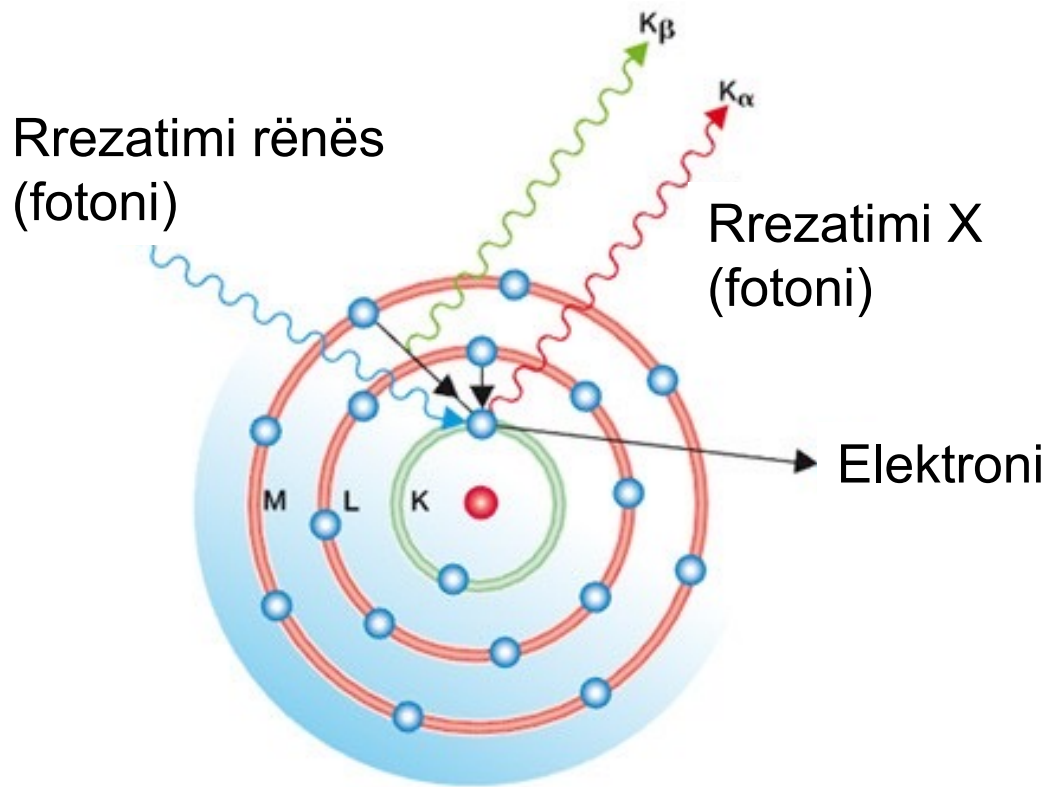
[1] Medium – Electromagnetic spectrum. Accessed from <https://medium.com/@tajamulfayaz621/electromagnetic-spectrum-b80002a65665>.

1.1 Spektri Elektromagnetik

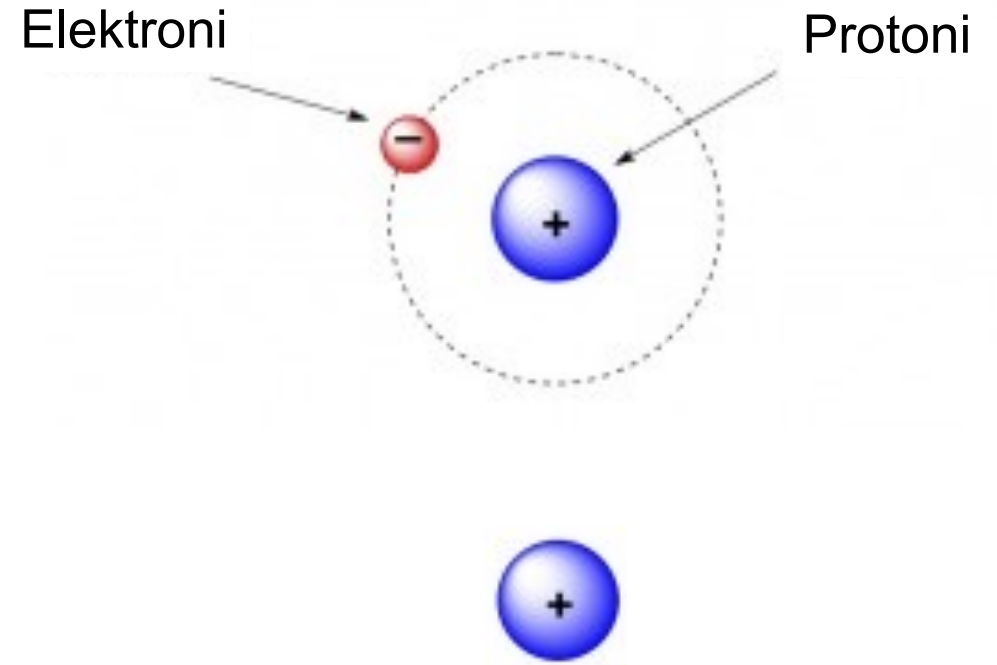
Electromagnetic Spectrum



1.2 Krijimi i grimcave?



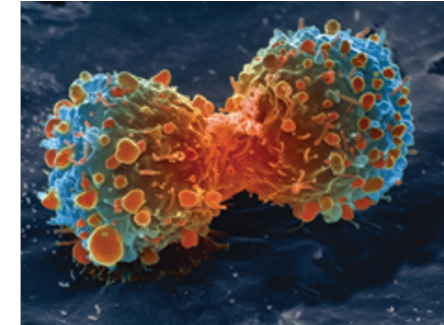
Fotonet dhe elektronet



Protonet (grimca te ngarkuara elektrikisht)

2. Kanceri

- Është ndarja dhe rritja e pakontrollueshme e qelizave
- Mund të shpërndahet në pjesë të tjera të trupit
- Mbi 100 tipe të ndryshme, individual



[2]

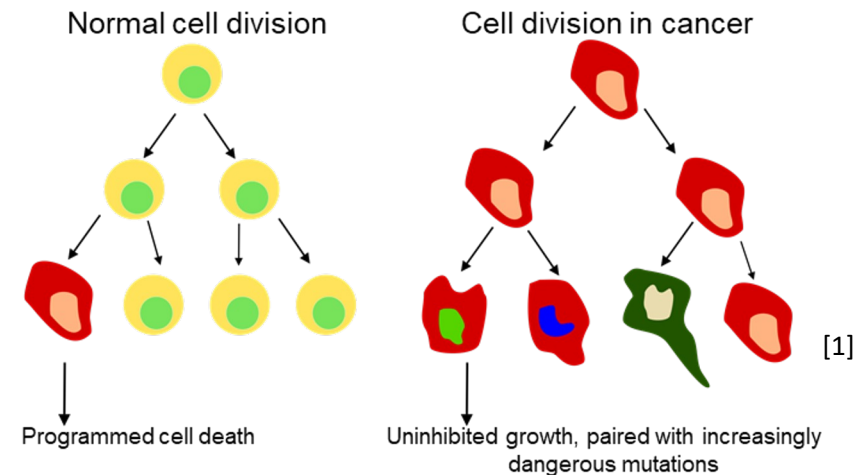
Cancer cell of a lung tumor during cell proliferation

Teoria e formimit të kancerit:

mutacionet (random) rrisin mundësinë e formimit të kancerit duke shkatërruar ciklin/programin normal të ndarjes së qelizës dhe disekujlibrin midis procesit të ndarjes dhe vdekjes së qelizës.

Në këtë mënyre kemi akumulimin e një mase të qelizave kancerogjene të cilat do të duhet ti rrezatojmë.

healthy cells vs. cancer cells

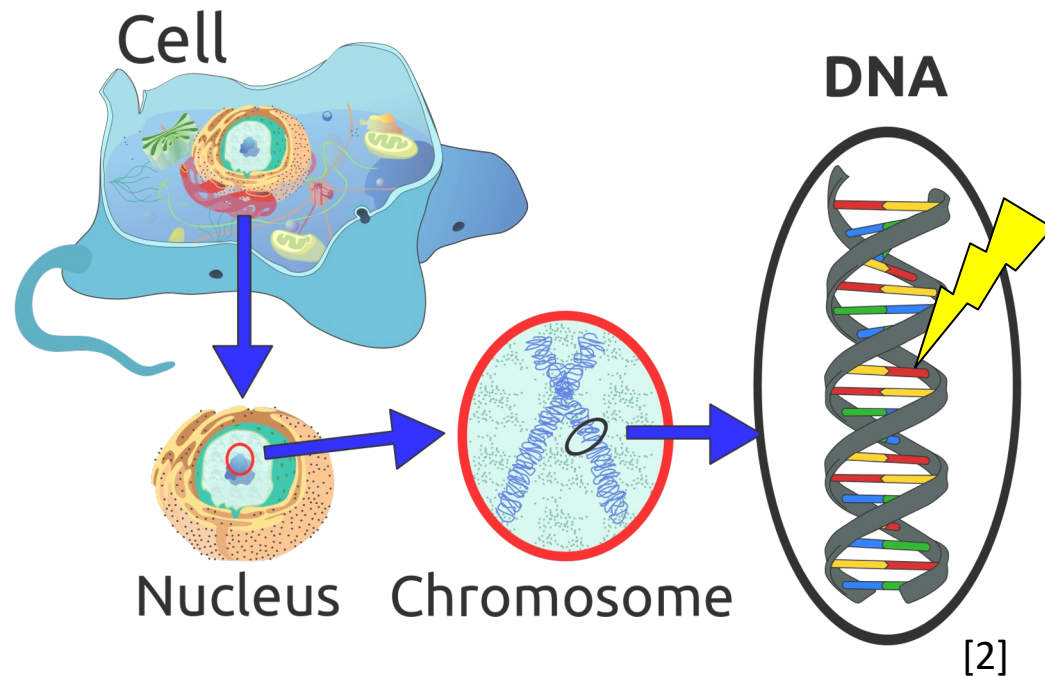


[1] Garak76, Suhadi Jorhaa'ir (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Zellteilung_normal_im_Gegensatz_zu_Krebs.svg), „Zellteilung normal im Gegensatz zu Krebs“

[2] fineartamerica - Lung Cancer Cell Division. - Accessed from <https://fineartamerica.com/featured/lung-cancer-cell-division-sem-steve-gschmeissner.html?product=metal-print> on 12.02.2021. Lettering was adapted.

3. Radioterapia - Biologjia

> **50%** pacientëve me kancer trajtohen me radioterapi[1]



Faza fizike: 10^{-18} - 10^{-14} s

Bashkëveprimet fizike elementare të rrezatimit jonizues dhe atomeve të lëndës

Faza Kimike: 1ms - ~ min

Radikalet active hyjnë në reaksion me molekulat e qelizës dhe ndryshojnë kompozimin/përbërjen kimike.

Faza Biologjike: pas 1s deri në disa vite

Vdekja e qelizës, mosfunksionimi i organizmit

Organe në seri - psh.: shtylla kurrizore

Organe paralele – p.sh.: mushkëritë

[1] Atun R. Jaffray et. al, Expanding global access to radiotherapy. Lancet Oncol., 2015

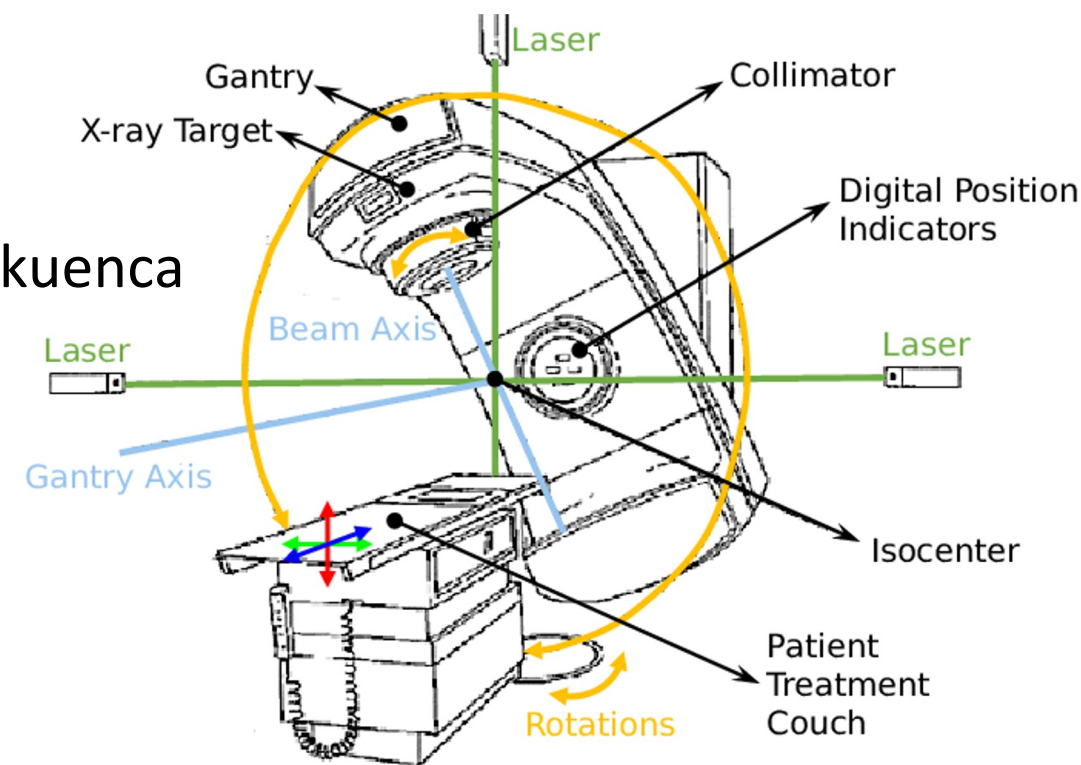
[2] Sponk, Tryphon, Magnus Manske, User:Dietzel65, LadyofHats (Mariana Ruiz), Radio89 (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eukaryote_DNA-en.svg), „Eukaryote DNA-en“, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>

4. Radioterapia Konveksionale

- Përdoren fotone: grimca pa mas, pa ngarkesë elektrike që lëvizin me shpejtësinë e dritës
- pa “përsheptim”, por me energji që varet nga frekuenca

Si prodhohen? Mund të përsheptojmë elektrone!

- Elektronet e përsheptuara godasin shenjzën
- Këto elektrone humbin energjinë kinetike e cila konvertohet në rrezatim (fotone)
“bremsstrahlung”
- gantry: lëviz burimin e rrezatimit rreth pacientit
- couch: rrotullon pacientin



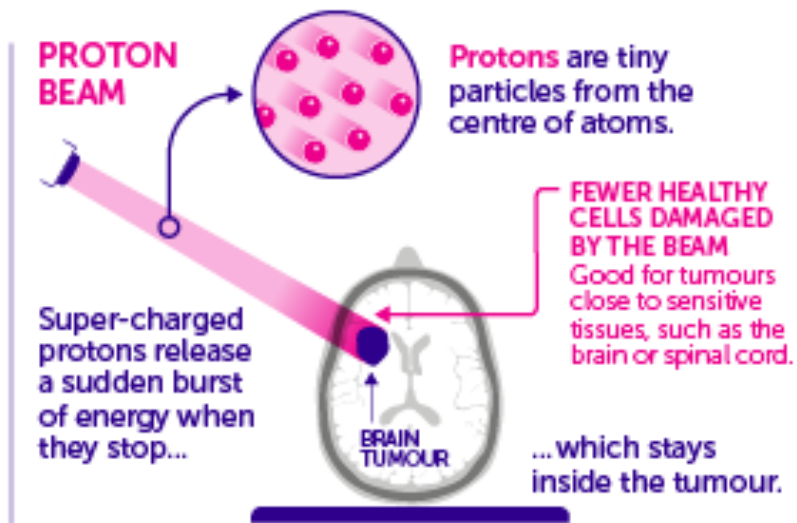
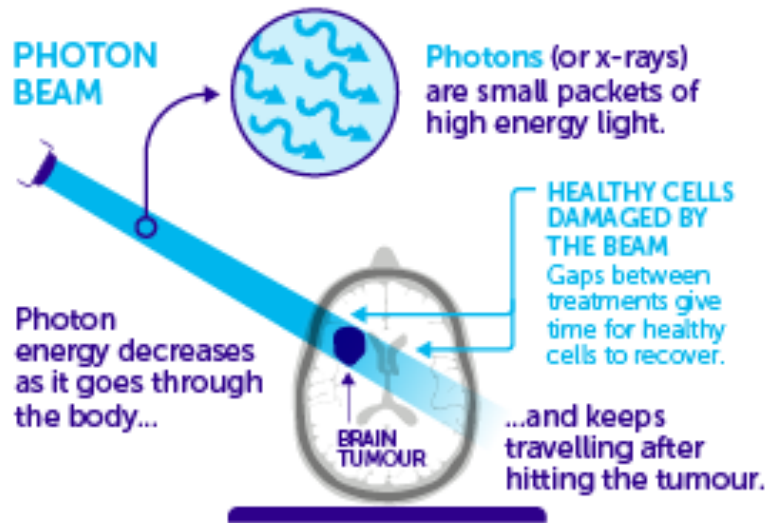
[1]

[1] ResearchGate – Schematic depiction of a linear accelerator. Accessed from https://www.researchgate.net/figure/Schematic-depiction-of-a-linear-accelerator-LINAC-used-in-External-Beam-Radiation_fig1_334378462.

4.1. Radioterapia me fotone dhe protone: Diferenca

PHOTON AND PROTON RADIOTHERAPY WHAT'S THE DIFFERENCE?

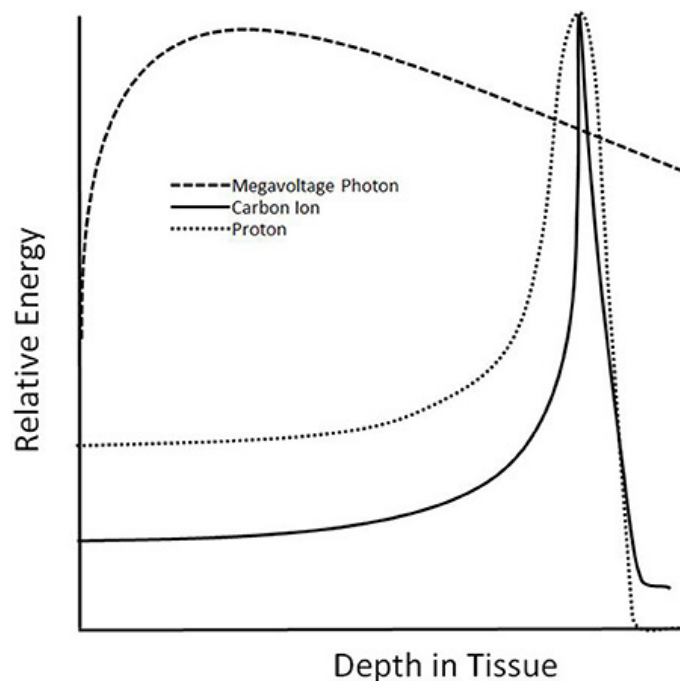
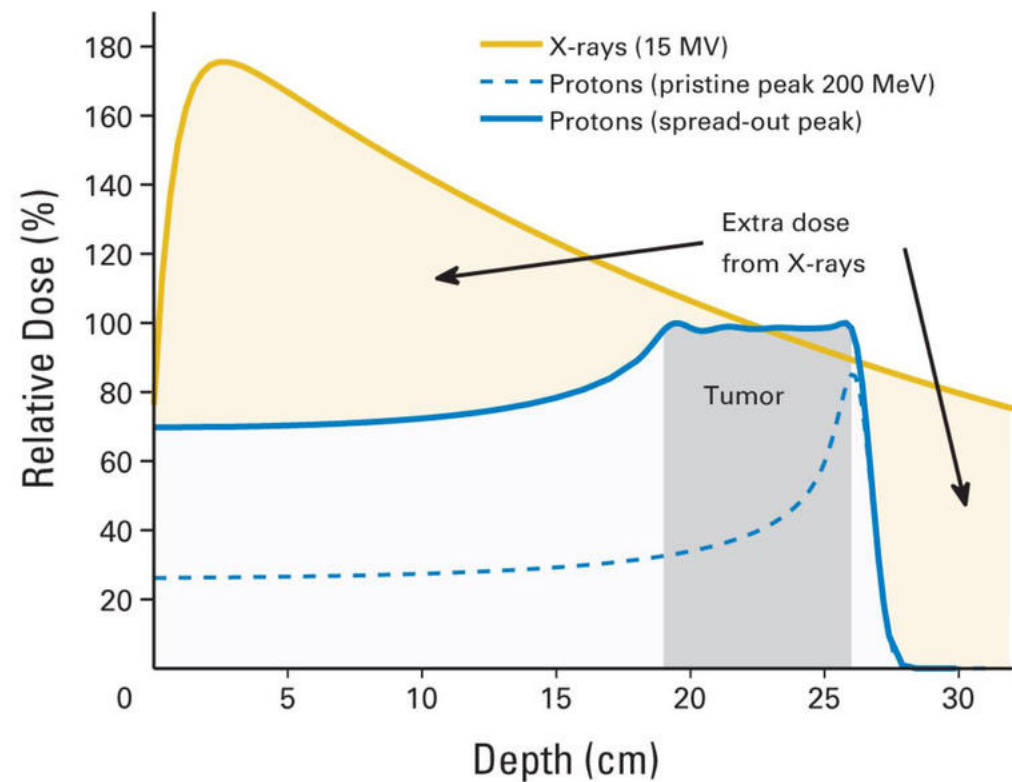
Radiotherapy targets tumours with a **beam of energy** which damages DNA and kills cancer cells.



LET'S BEAT CANCER SOONER
cruk.org



4.2. Radioterapia me fotone dhe protone: Diferenca

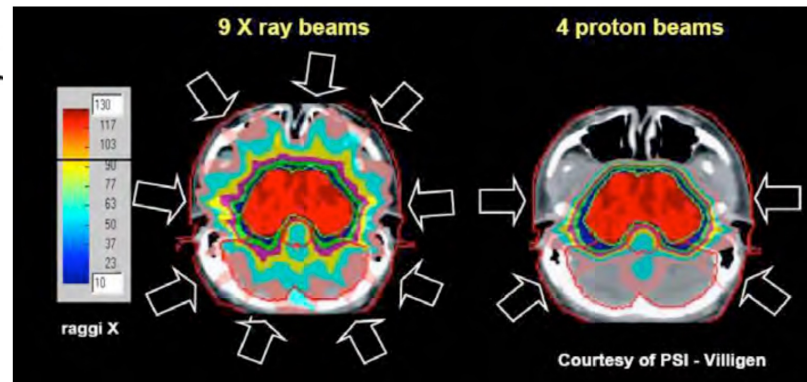


- Fotonet japin energjine ne menyre graduale, pjesen me te meadhe afer siperfaqes

- Protonet pjesen me te madhe te energjise e japin ne fund te rrugetimit ne nje fenomen qe njihet piku Bragg.

- Doza e pergjithshme me terapie proton eshte afersisht 60% me e ulet se tufa me fotone.

- Terapia me protone jep pjesen me te madhe te Dozes afër zones tumorale.



Source: J Clin Oncol. 2014 Sep 10;32(26):2855-63.

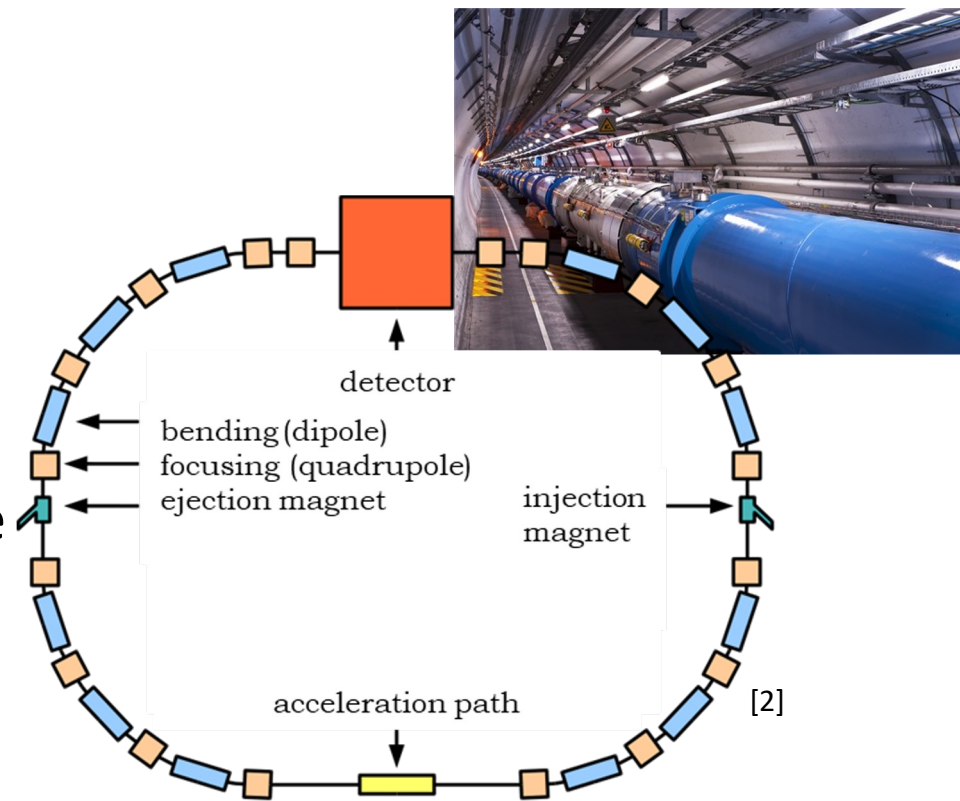
U. Amaldi, et.al.

5. Terapia me grimca – akseleratorët e grimcave

[1]

Si mund të gjenerohen protone apo jone me energji të larta?

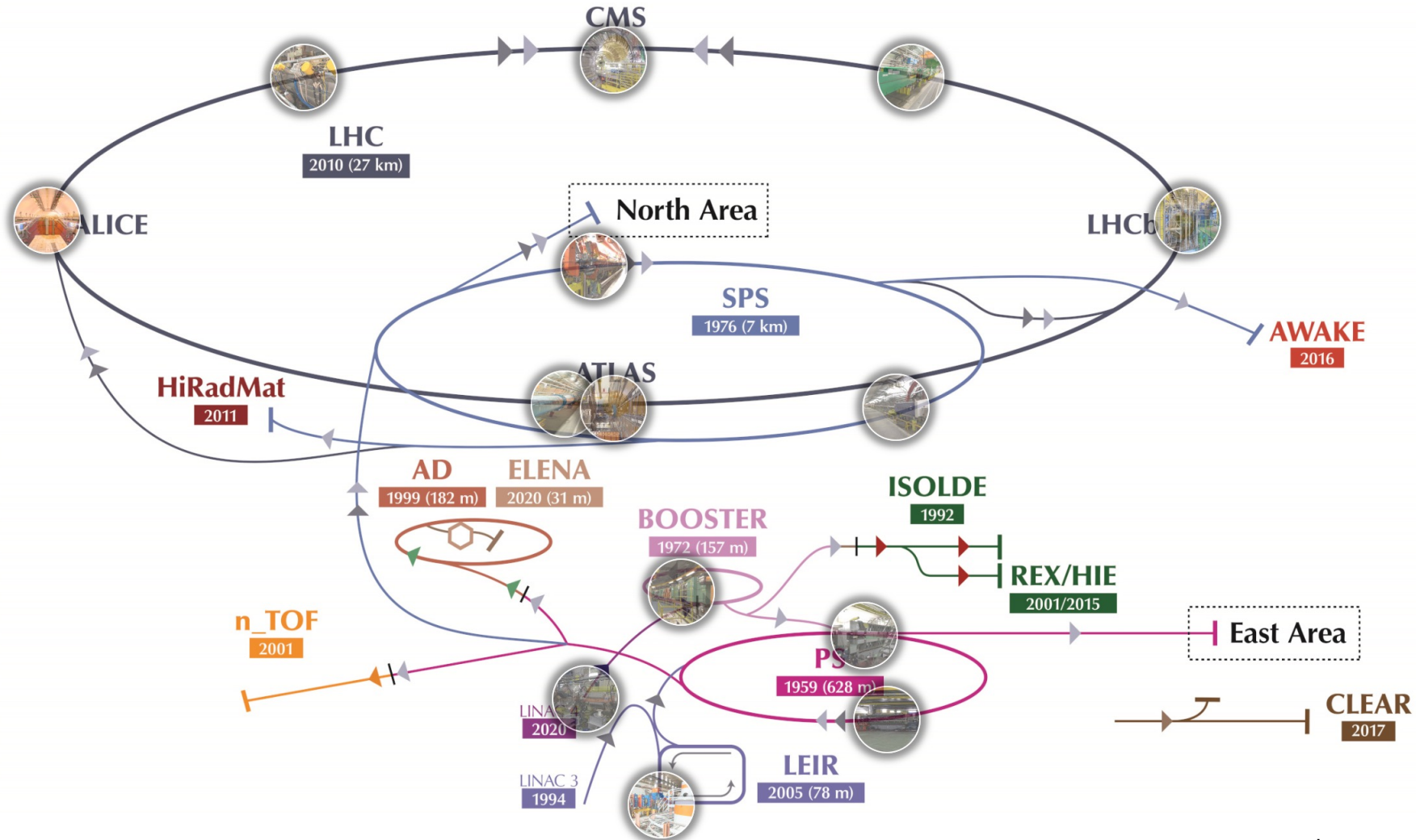
- Përshpejtim duke përdorur fushë elektrike
- Në akselerator lineare ose rrethor (varet nga energjia që nevojitet të përshpejtohet) e.g. Large Hadron Collider LHC (CERN)
- Sa më e madhe të jetë masa e grimcës aq më shumë energji, fuqi dhe përmasa nevojitet për përshpejtim
- Nevojiten akselerator të mëdhenj dhe të kushtueshëm.



[1] Maximilien Brice (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CERN_LHC.jpg), <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>

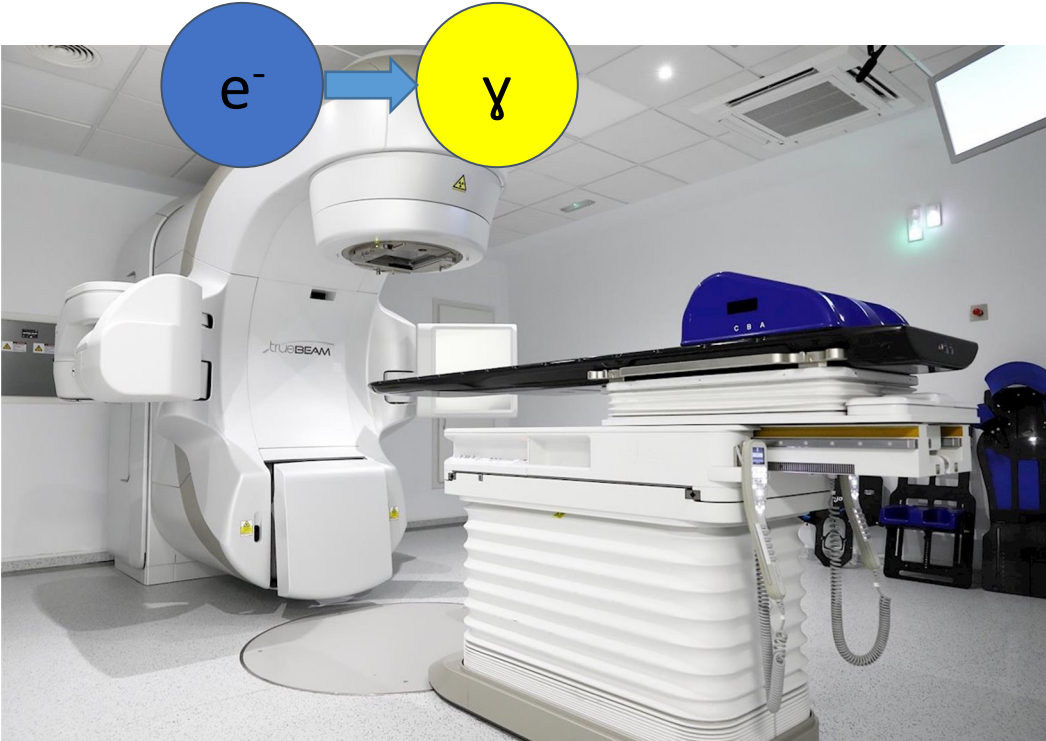
[2] No machine-readable author provided. Florian DO assumed (based on copyright claims). (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Storage_ring_de.svg), „Storage ring de“, lettering was adapted, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>

5. Akseleratorët (përshpejtuesit) e grimcave në CERN

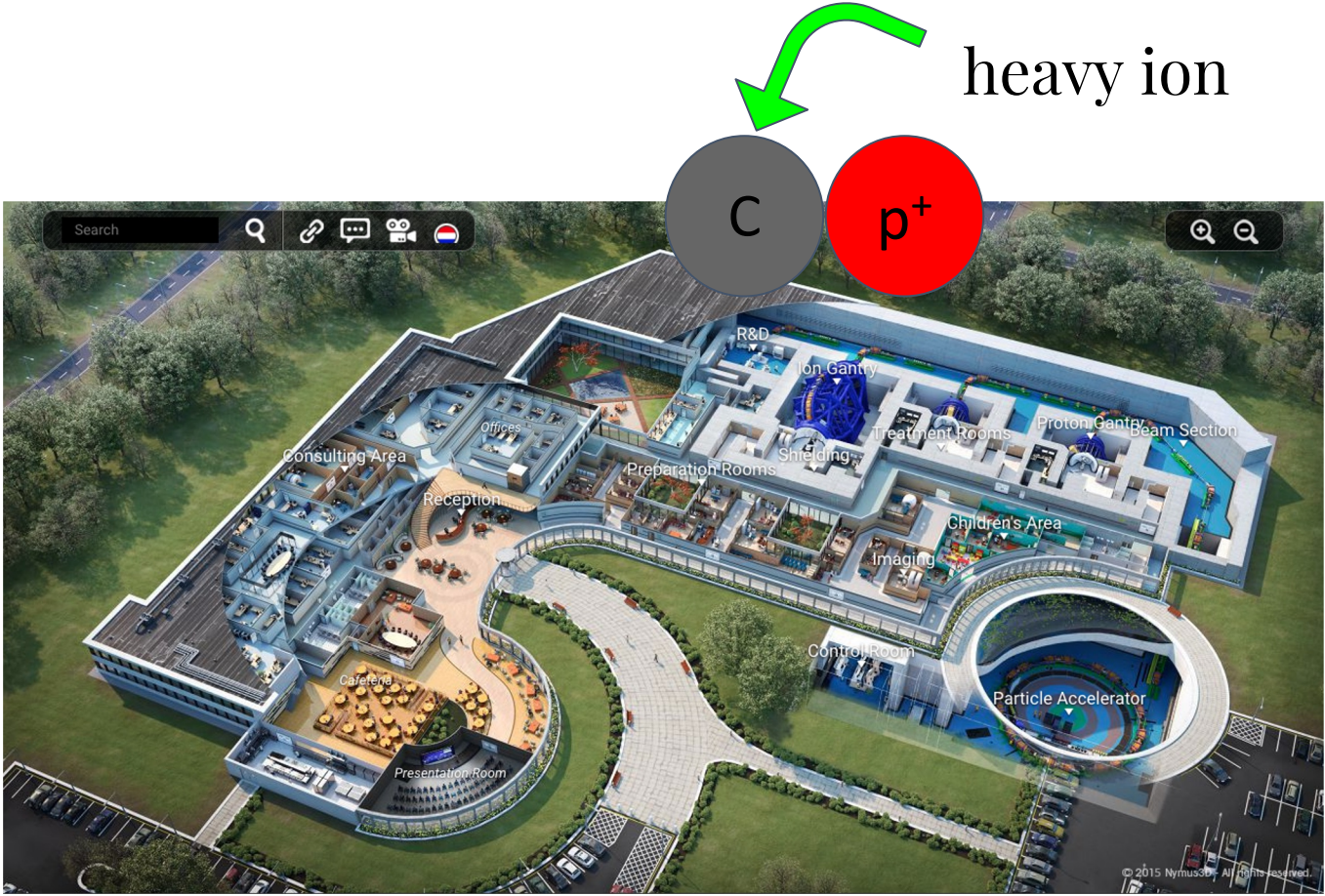


*www.cern.ch

6. Makineritë



LINAC – Akseleator linear
 \$\$\$

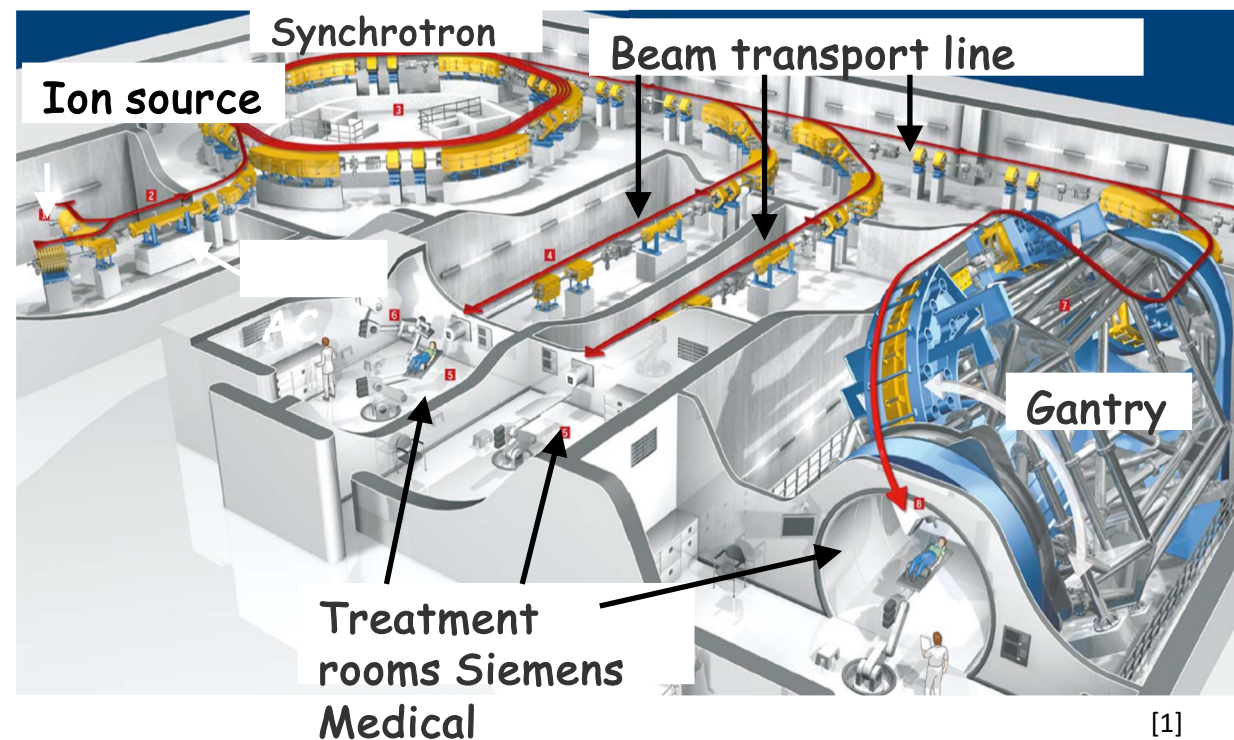


Akseleator rrethor
 \$\$\$\$\$\$

6. Makineritë

- Të gjitha qëndrat e trajtimit kanë linjë statike të Tufës (static beam lines).
- Disa prej tyre kanë gantries që rrotullohen (përgjithësisht për protone, vetëm 2 qendra me karbon në botë).
- Sistemi i referencës ose “qendra” është në tumor e cila quhet “**isocenter**”.
- Në këtë MC ne do të punojmë me gantry që rrotullohen.

Heidelberg Ion-Beam Therapy Center (HIT)



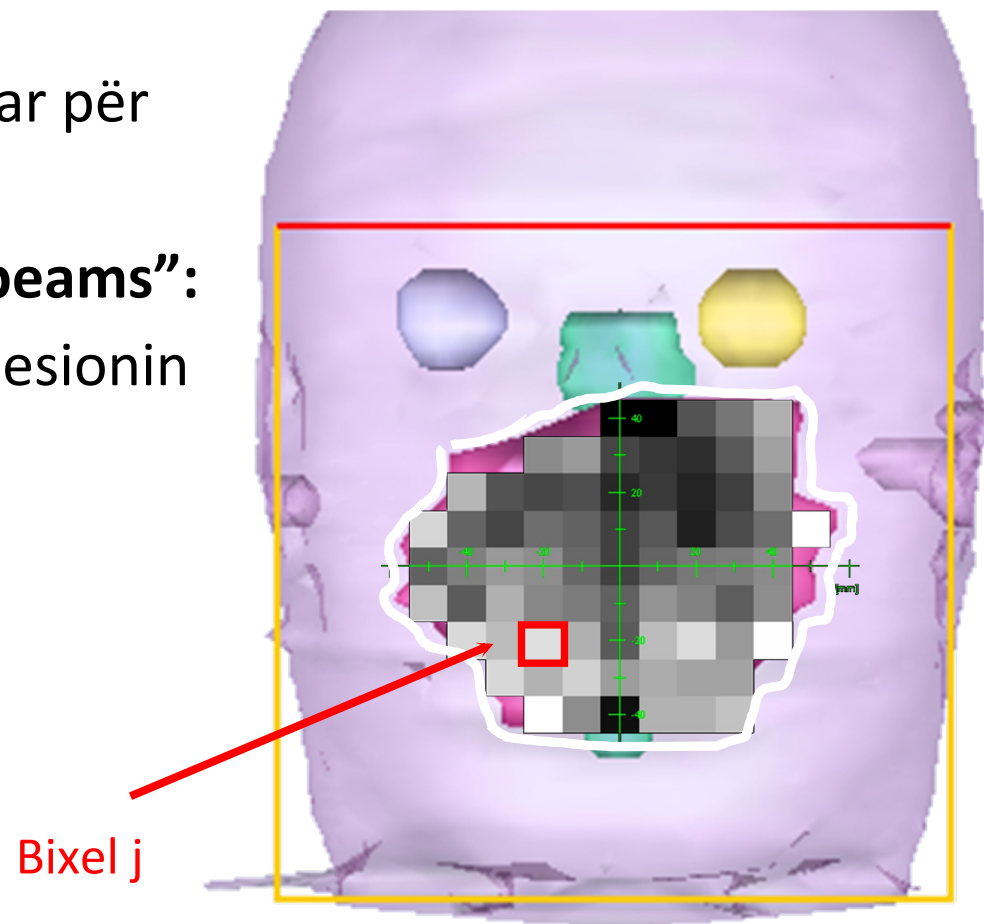
[1]

[1] Universitätsklinikum Heidelberg – HIT Broschüre - HIT Ionentherapieanlage. Accessed from https://www.klinikum.uni-heidelberg.de/fileadmin/hit/dokumente/HIT_Broschuere.pdf on 12.02.2021

7. Koncepte të rëndësishme

- **Doza e Absorbuar:** energjia jonizuese e absorbuar për njësi mase. Matet në Gray ($1 \text{ J/kg} = 1 \text{ Gy}$).
- **Modulimi i intensitetit për fotone me "pencil beams":** Tufat e tipit "Pencil beams" krijojnë "pixel" në sesionin thërthor të tufës (or the fluence, respectively)
= "bixel" (**B**eam + **P**ixel)

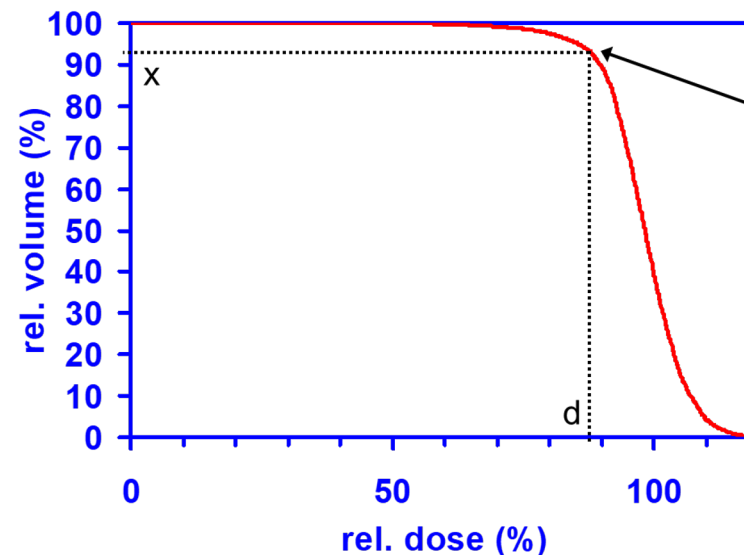
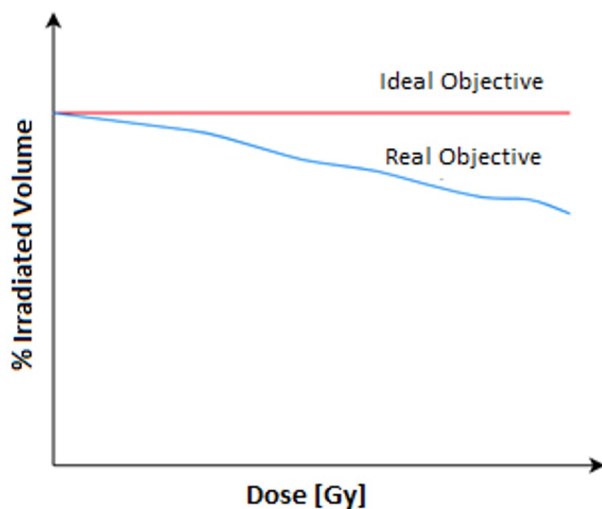
We weight all pencil beams
(more/less photons) differently



7. Koncepte të rëndësishme

- **DVH:** dozë-vëllim histograma.

NË RASTET IDEALE, VETËM TUMORI RREZATOHEHET PA PREKUR INDET APO QELIZAT E SHËNDETSHME.



x% e vëllimit merr të paktën d% të dosës së përshkruar

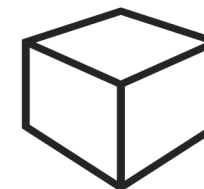
7. Koncepte të rëndësishme

- **RBE: Relative biological effectiveness** = Efikasiteti biologjik relativ

Faktori që krahason efikasitetin biologjik të (dëmin biologjikë të shkaktuar nga) një tip rrezatimi (p.sh.: rrezatimi i grimcave) me efikasitetin biologjik të një rrezatimi reference (p.sh.: rrezatimi fotonik).

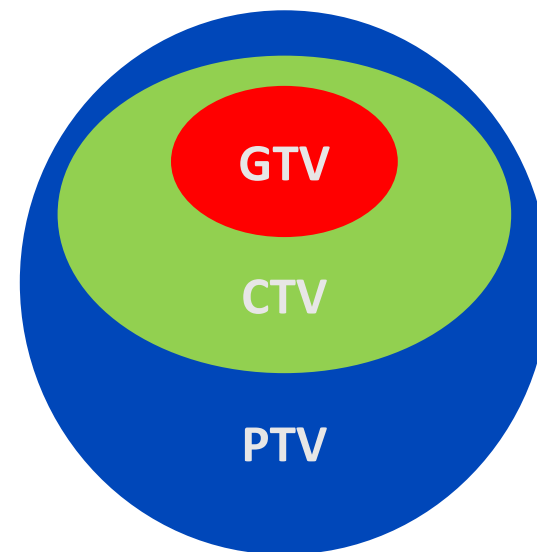
$$RBE_{ion} = \frac{D_{X-rays}}{D_{ion}} |_{isoeffect}$$

- **Voxel: volume pixel.** Një voxel është një vëllim elementar i cili është blloku ndërtues i përshkimit vëllimor të një objekti.
- **VOI: volume of interest** = vëllimi i interesit.
- **OAR: organ at risk** = organet në rrezik.



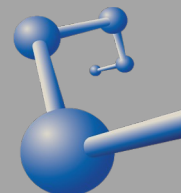
7. Koncepte të rëndësishme

- **Gross Tumour Volume (GTV).**
 - Vëllimi i tumorit që vëzhgohet me anë të metodave imazherike.
- **Clinical Target Volume (CTV).**
 - Vëllimi i indeve duke përfshirë GTV dhe zonat ku inde të pavëzhguara pritet të jetë I pranishëm.
- **Planning Target Volume (PTV).**
 - Përfshin GTV, CTV por edhe margin e sigurisë për të marrë në konsiderat edhe paqartësi të mundshme.



Kanceri - sëmundja e shekullit

- Mbi 18 milion raste të kancerit në vit
- Mbi 10 million vdekje në vit
- Mbi 90% e vdekjeve janë për shkak të metastazave që zhvillon kanceri
- Mbi 50% e rasteve të kancerit trajtohen me rrezatim





International Particle
Physics Outreach Group

dkfz

GERMAN
CANCER RESEARCH
IN THE HELMHOLTZ AS

Research for a Life without



Instituto de
Ciencias
Nucleares
UNAM

