



longyorsítók, nukleáris módszerek és társadalmi kihívások

Simonyi-nap

2019. október 18.

Szilágyi Edit

MTA Wigner FK, Nukleáris Anyagtudományi Osztály

nem csak

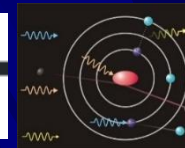
(Ion)gyorsítók, nukleáris módszerek és **társadalmi kihívások**

- Társadalmi kihívások
- Gyorsítókról
- Hogy jön össze ez a kettő?

Társadalmi kihívások (H2020)



Wigner FK Budapest



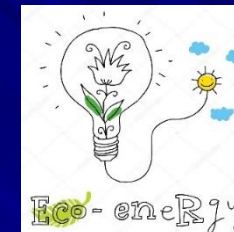
Nukleáris Anyagtudományi Osztály



Egészségügy



Élelmezésbiztonság



Hatékony energia



Intelligens közlekedés

Gyorsítók?



Éghajlatváltozás



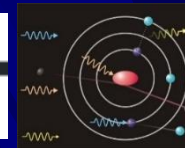
Európa a változó világban Biztonságos társadalmak



Egy kis történelem



Wigner FK Budapest



Nukleáris Anyagtudományi Osztály



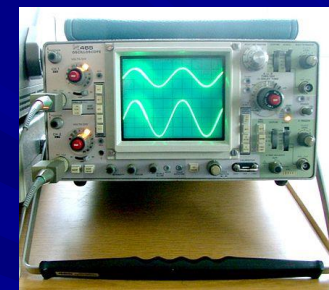
Karl F. Braun,
1850–1918



1905



Braun-cső



Oszilloszkóp (~ 1 kV)

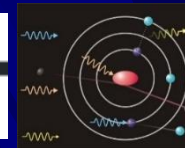


CRT TV (~ 10 kV)

Egy kis történelem



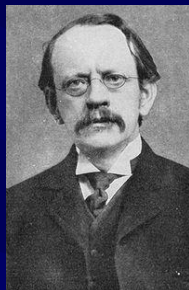
Wigner FK Budapest



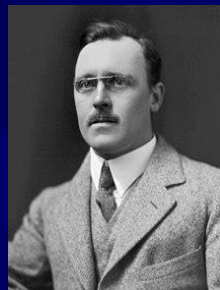
Nukleáris Anyagtudományi Osztály



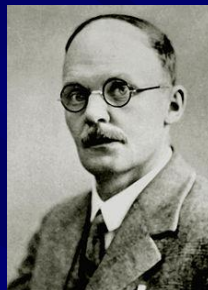
Karl F. Braun,
1850–1918
 1905



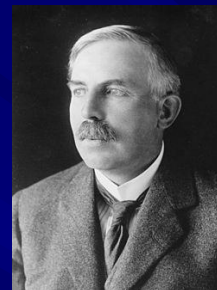
J.J. Thomson,
1856–1940
 1906



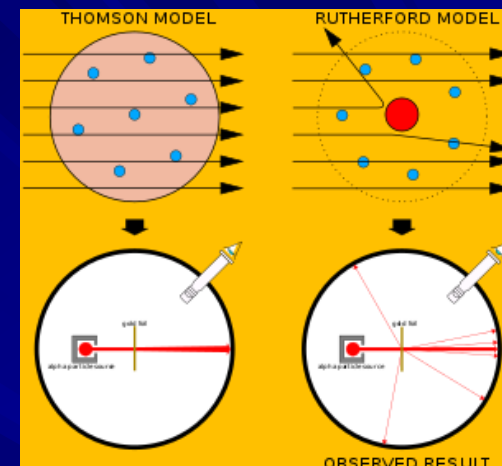
Ernest Marsden,
1889–1970



Hans Geiger,
1882–1945



E. Rutherford
1871–1937
 1908



1897: Karl Ferdinand Braun: katódsugárcső

1899: Joseph John Thomson: „plum pudding”

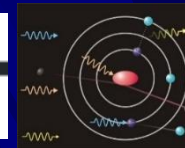
1909: Geiger–Marsden-kísérlet: az atommag felfedezése

1917: Ernest Rutherford: $^{14}\text{N} + \alpha = ^{17}\text{O} + \text{p}$

Egy kis történelem



Wigner FK Budapest



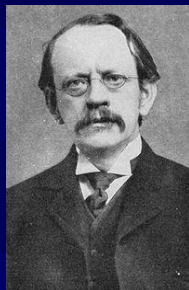
Nukleáris Anyagtudományi Osztály



Karl F. Braun,
1850–1918



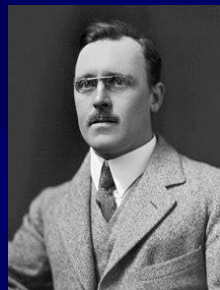
1905



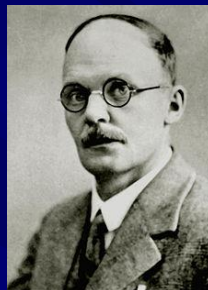
J.J. Thomson,
1856–1940



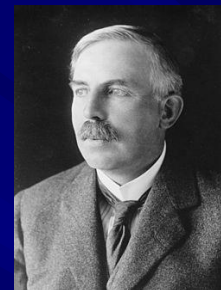
1906



Ernest Marsden,
1889–1970



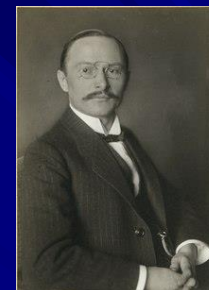
Hans Geiger,
1882–1945



E. Rutherford
1871–1937



1908



H. Greinacher
1880–1974

1897: Karl Ferdinand Braun: katódsugárcső

1899: Joseph John Thomson: „plum pudding”

1909: Geiger–Marsden-kísérlet: az atommag felfedezése

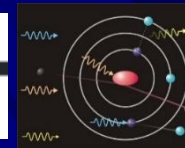
1917: Ernest Rutherford: $^{14}\text{N} + \alpha = ^{17}\text{O} + \text{p}$

1920: Heinrich Greinacher: Feszültség sokszorozó

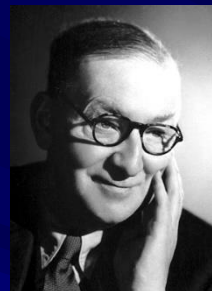
Egy kis történelem



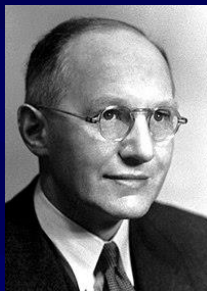
Wigner FK Budapest



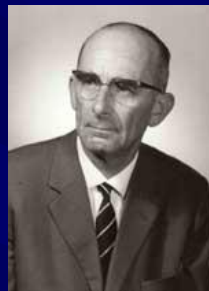
Nukleáris Anyagtudományi Osztály



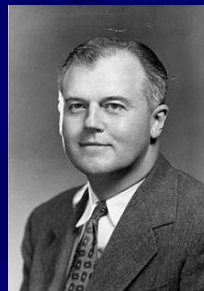
John D. Cockcroft
1897–1967
 1951



Ernest Walton
1903–1995
 1951



R. Widerøe
1902–1996



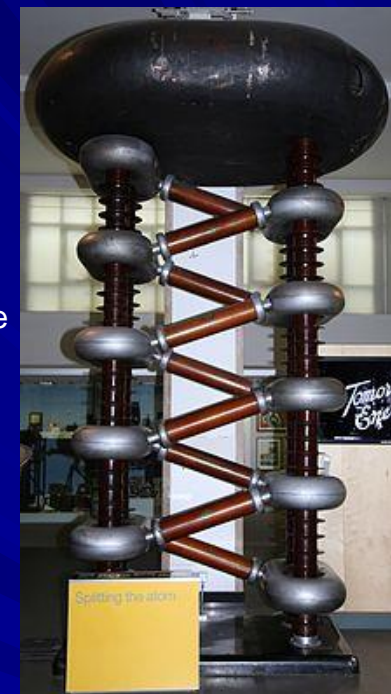
R.J. Van de Graaff
1901–1967



Szilárd Leó
1898–1964



Ernest O. Lawrence
1901–1958
 1939



1930: Cockcroft–Walton-generátor

1932: első magreakció gyorsítóval:

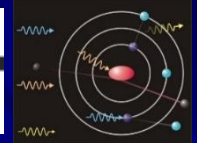


1928–1931 : Rolf Widerøe: linac, Van de Graaff (~ 1 MeV)

1929. 01. 05. Szilárd Leó: a ciklotron szabadalma

1929. 04. 01. Ernest O. Lawrence: a ciklotron szabadalma

1930–1932: az első ciklotron megépítése (80 kV → 1.2 MeV)



Kaszád és Van de Graaff-típusú részecskegyorsítók.

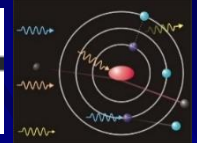


- Soproni Műszaki Egyetem Elektrotechnika Tanszék: 750 kV-os feszültség, proton.
 - Mesterséges atommag-átalakulás (1951).
 ${}^7\text{Li}(p,\gamma){}^8\text{Be}$ reakció, 441 keV-en.
- A KFKI-ban átalakítva: 1 MeV elektron (1952).
 - atomfizikai alap kutatásra használták,
 - kísérleti jelleggel végeztek vele ipari célú nagyenergiájú röntgenbesugárzásokat is.

Simonyi Károly – gyorsítók



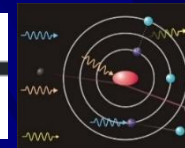
Wigner FK Budapest



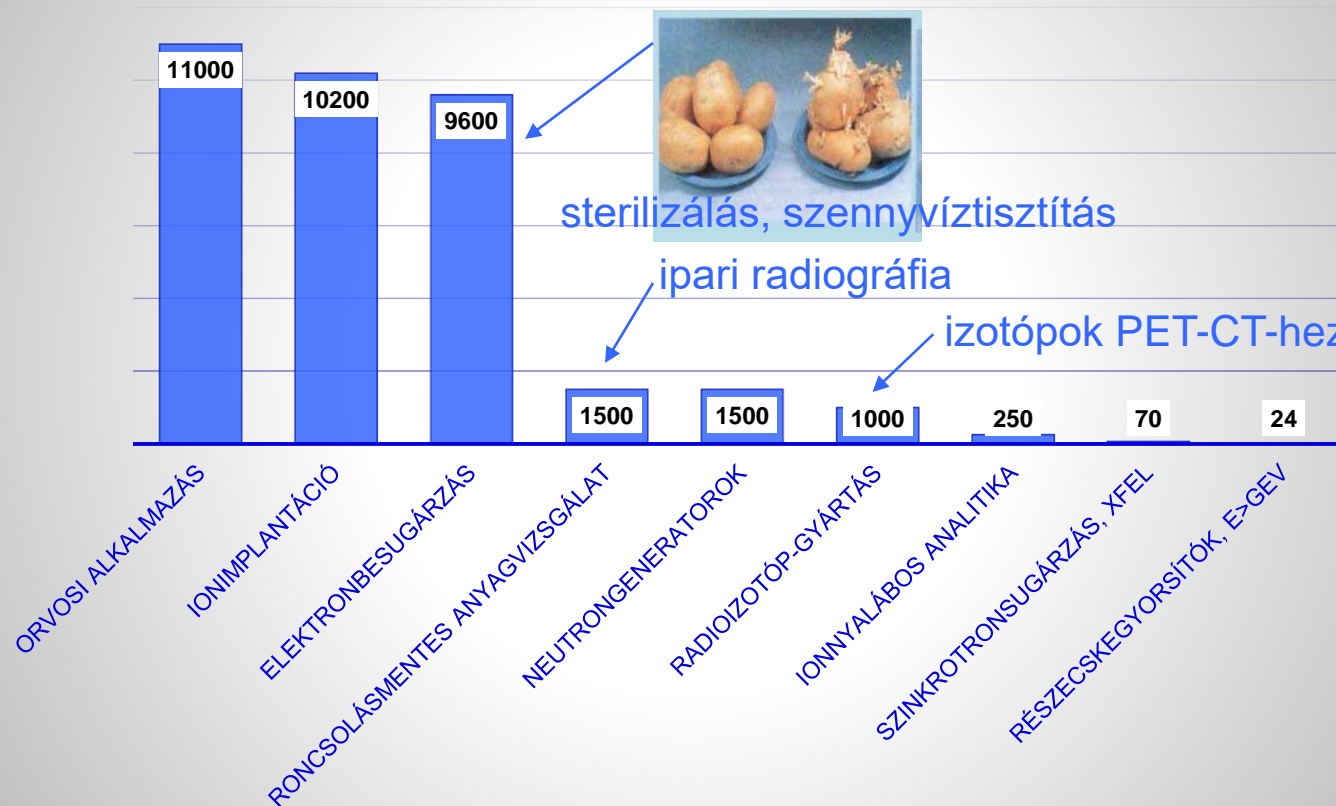
Nukleáris Anyagtudományi Osztály



2001-ben az MTA KFKI Részecske- és Magfizikai Kutatóintézet munkatársai helyreállították; ma az ELTE-n látható.



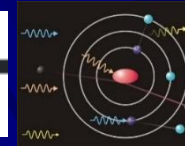
Gyorsítók alkalmazási területei



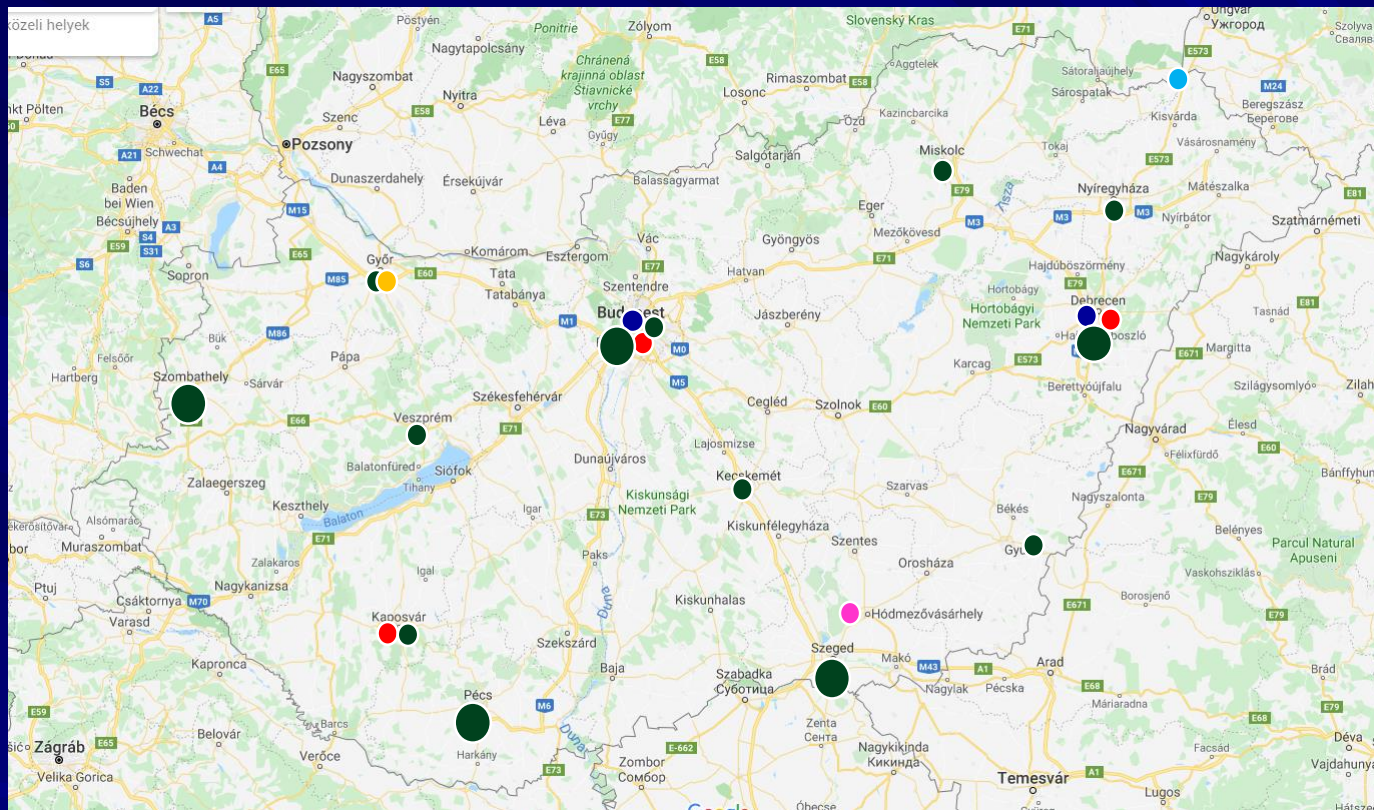
Gyorsítók Magyarországon



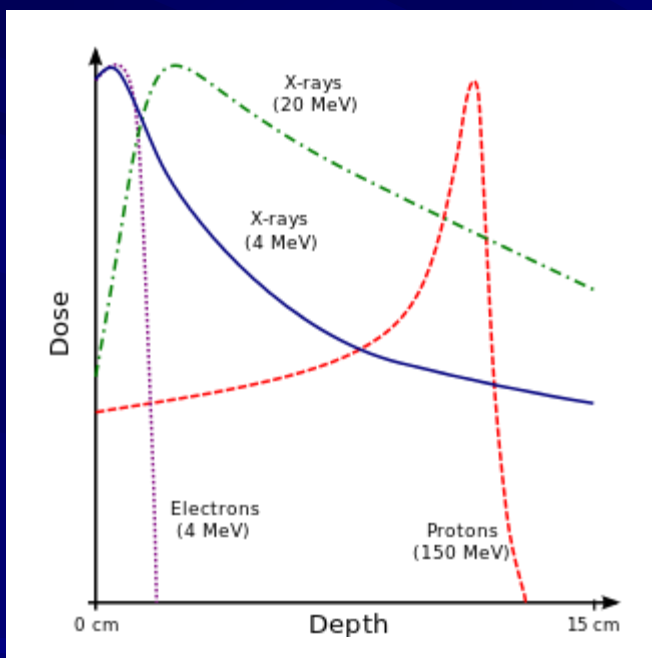
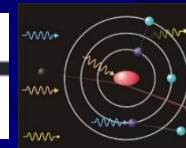
Wigner FK Budapest



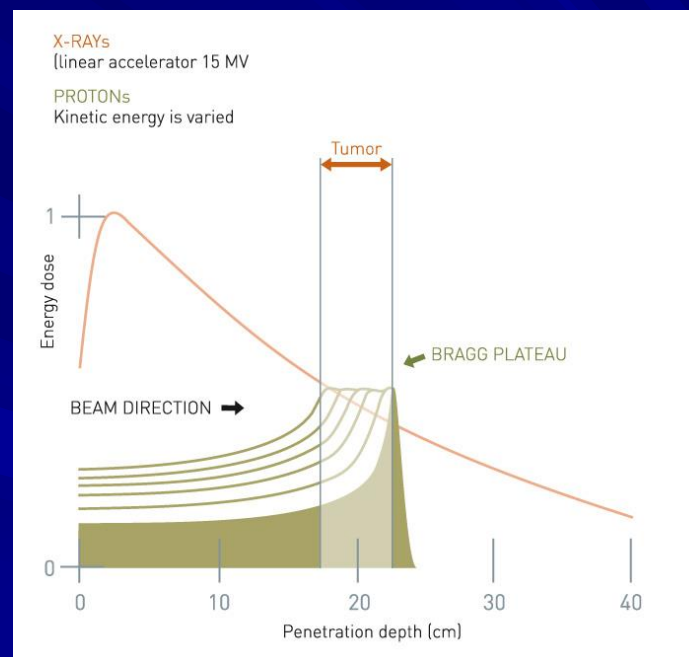
Nukleáris Anyagtudományi Osztály



- Kutatóberendezések (~9)
- Biztonságtechnikai gyorsító + 10 mobil
- Orvosi ciklotron (3)
- Ipari (Protetim Kft.)
- oktatás
- 13 sugárterápiás központ, 5 regionális; >38 LINAC)



X-ray

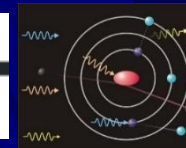


proton

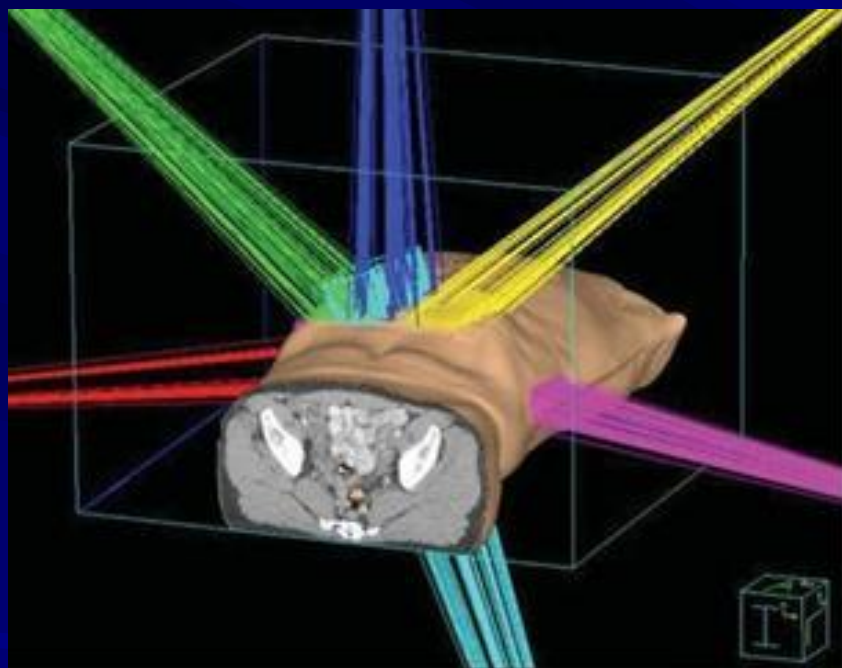
Radioterápia



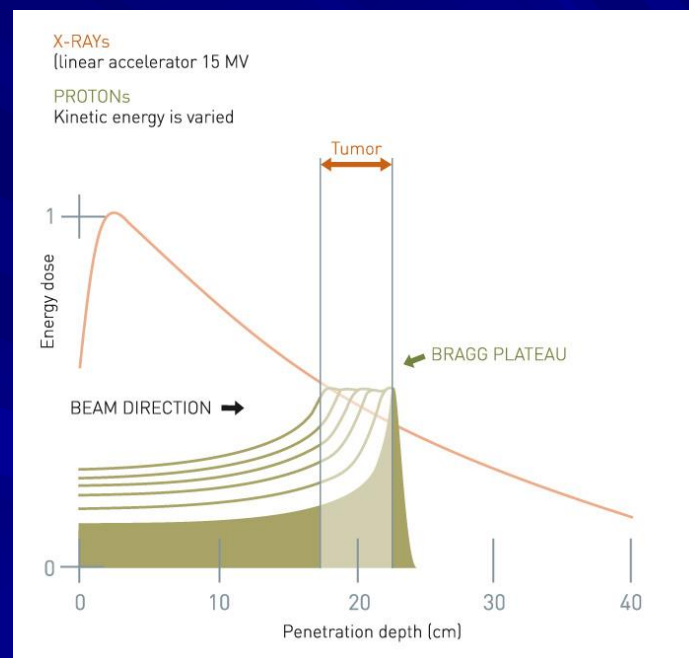
Wigner FK Budapest



Nukleáris Anyagtudományi Osztály



X-ray



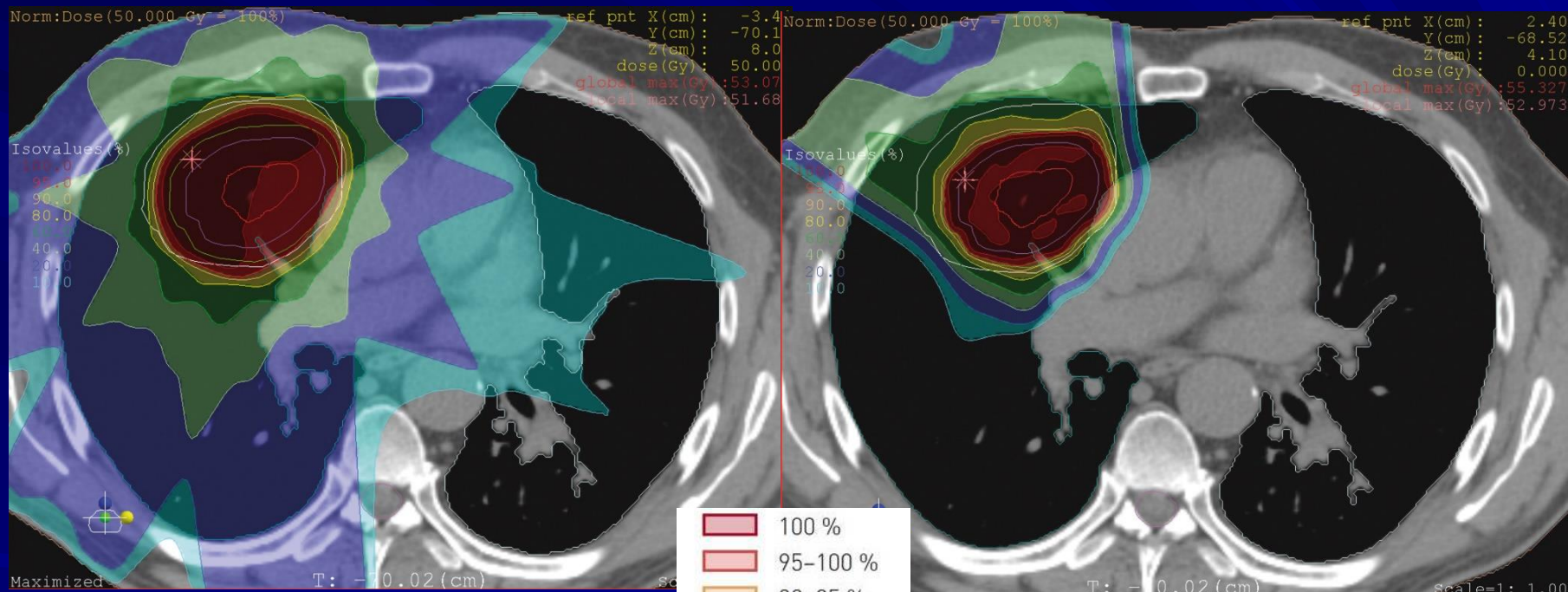
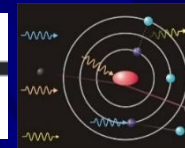
proton

Radioterápia



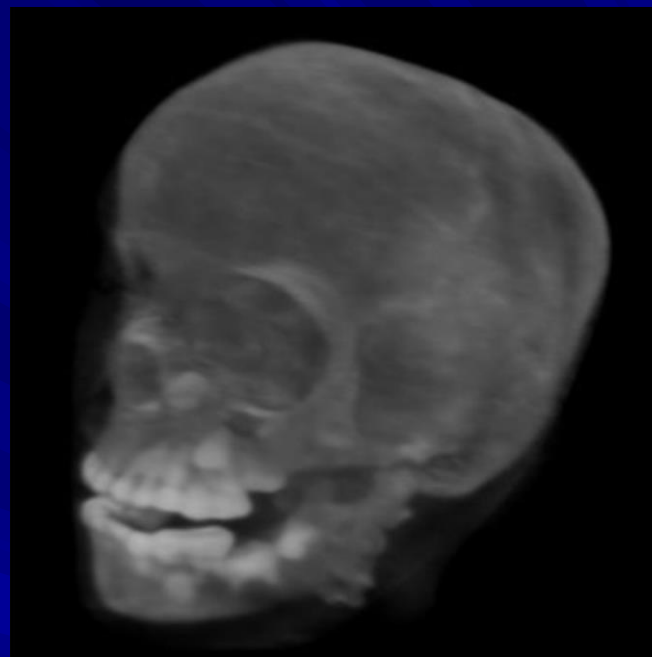
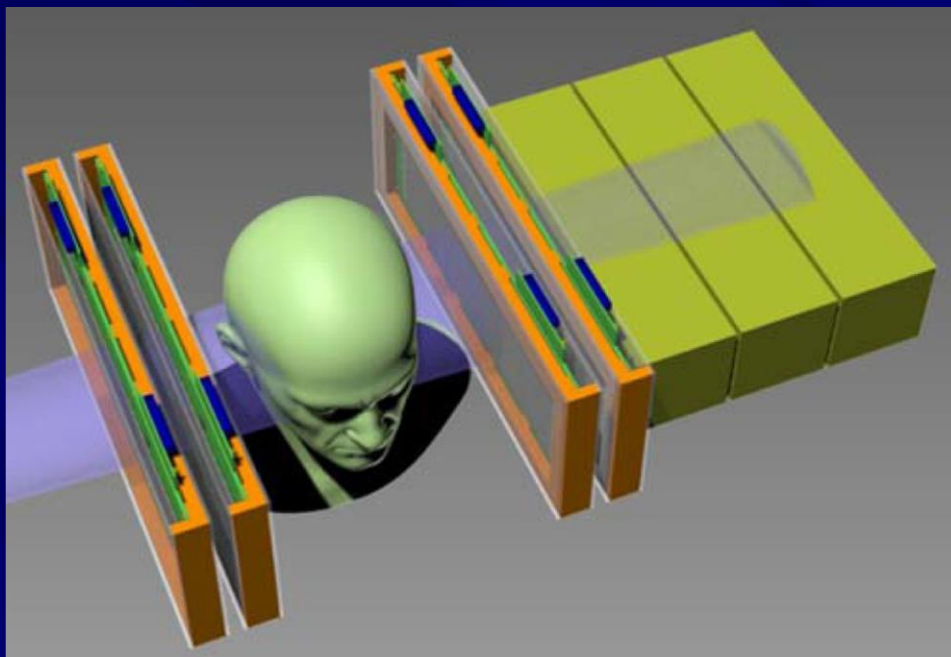
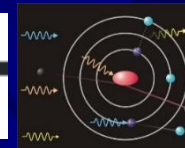
Wigner FK Budapest

Nukleáris Anyagtudományi Osztály

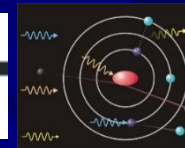


X-ray

proton



A fékeződések meghatározásával, pCT-vel még pontosabbá tehetnénk a hadronterápiát.



- Bergen UiB: Prof. Dieter Röhrich



- Budapest Wigner RCP:

GG Barnaföldi, PhD

Mónika Varga-Kőfaragó, PhD*

Prof. Gábor Papp (ELTE)

Ákos Sudár (BSc*, ELTE)

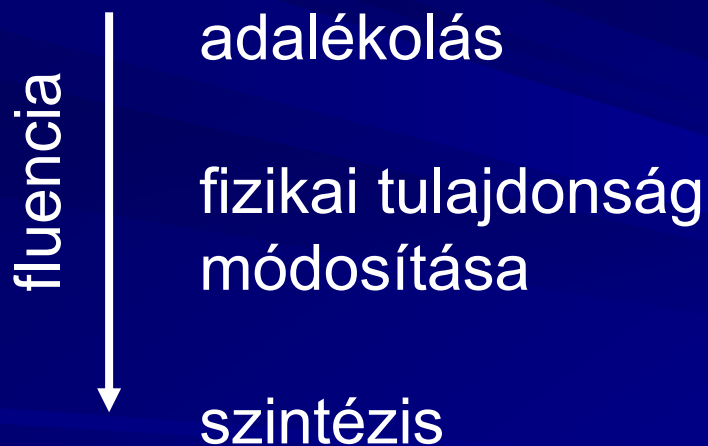


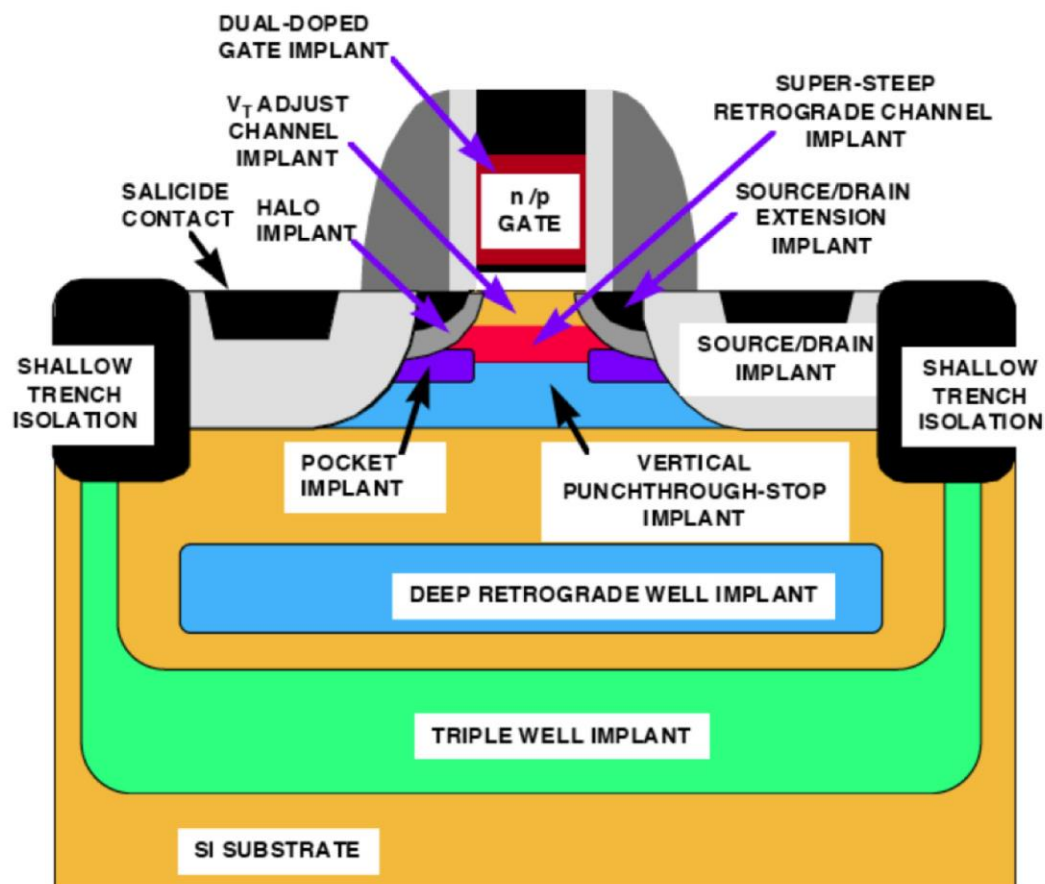
UNIVERSITY OF BERGEN



Ionimplantáció

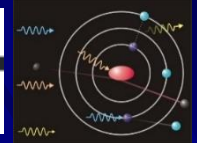
anyagmódosító hatása



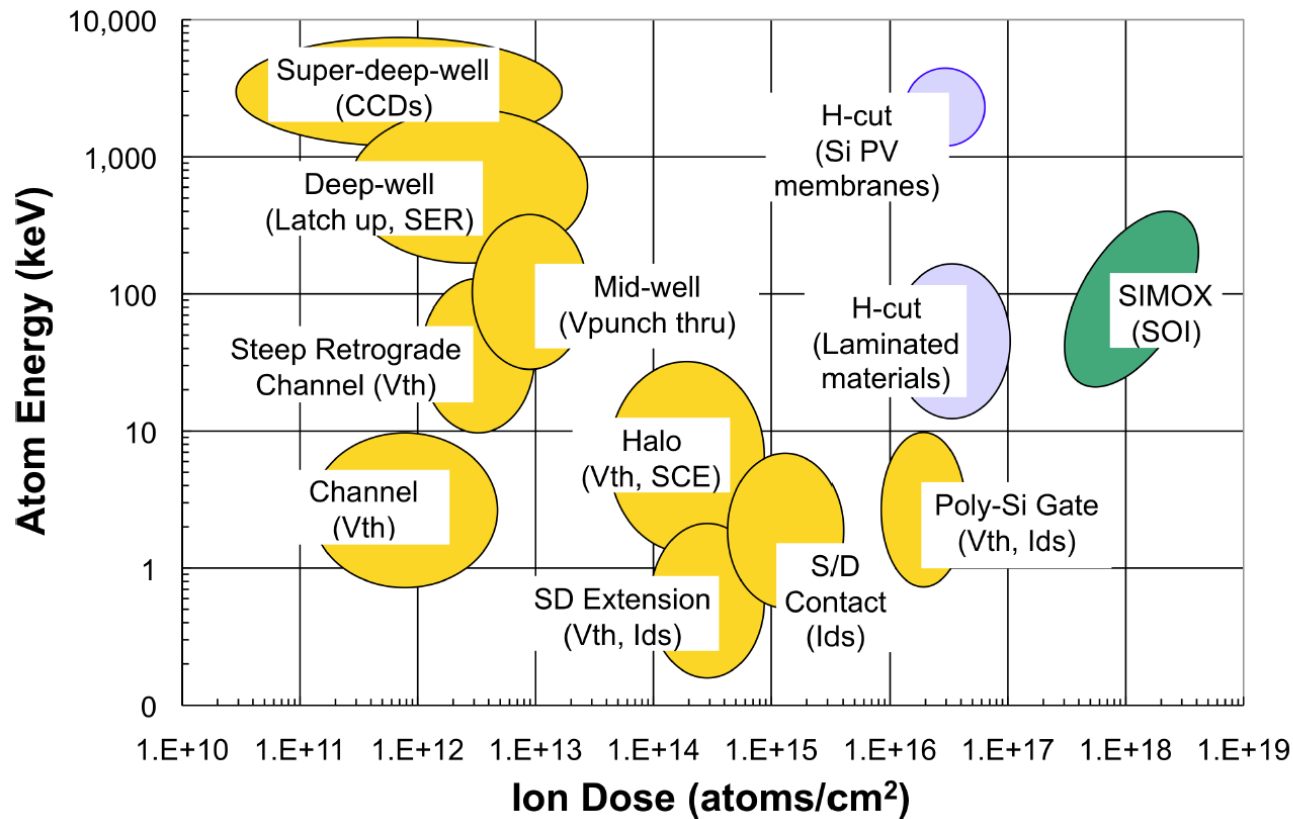


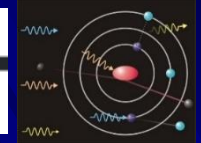
Source/Channel/Drain
10-100 nm deep
 10^{17} - 10^{20} dopants/cm³

CMOS Well
200-3000 nm deep
 10^{15} - 10^{19} dopants/cm³



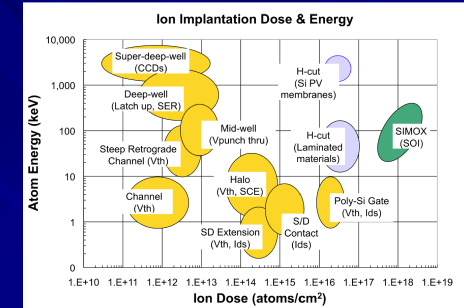
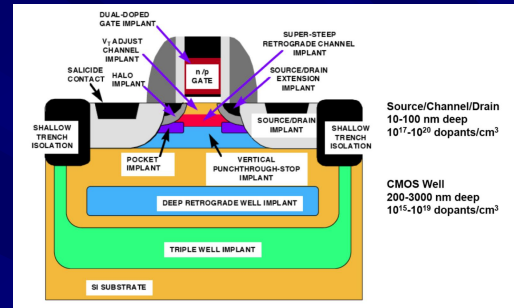
Ion Implantation Dose & Energy





Ionimplantáció

anyagmódosító hatása

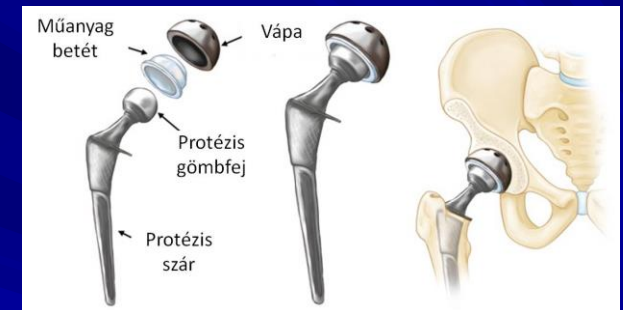


fluencia

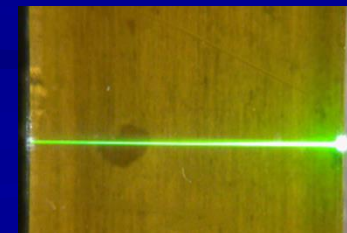
adalékolás

fizikai tulajdonság
módosítása

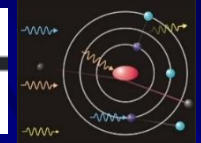
szintézis



Tóth, A ; Újvári, T ; Bertóti, I ; Szilágyi, E ; Keszthelyi, T ; Juhász, A
Fast atom beam treatment of ultra-high molecular weight polyethylene
SURFACE AND INTERFACE ANALYSIS 36 : 8 pp. 1041-1043. , 3 p. (2004)



optikai hullámvezetők



Ionnyalábos analitika

minták elemi (izotópos) összetétele

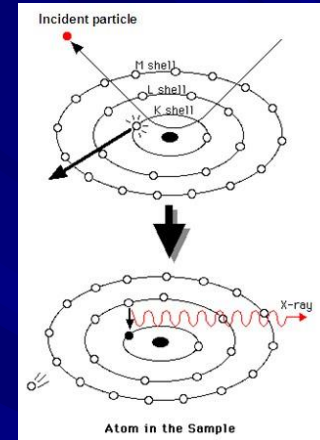
fény vagy röntgen (IL, PIXE)

rugalmas szórás (RBS, ERDA)

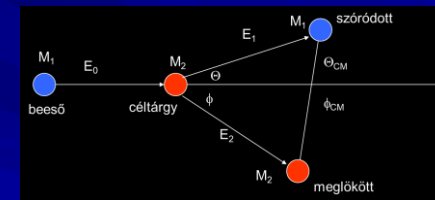
magreakció (NRA)

...

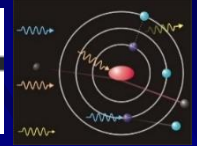
csatornahatással kombinálhatók



$$E_1 = E_0 K = \left[\frac{M_1 \cos \Theta \pm \sqrt{M_2^2 - M_1^2 \sin^2 \Theta}}{M_1 + M_2} \right]^2 E_0$$



$$l = \frac{E_2}{E_0} = \frac{4M_1 M_2}{(M_1 + M_2)^2} \cos^2 \zeta$$



Ionnyalábos analitika

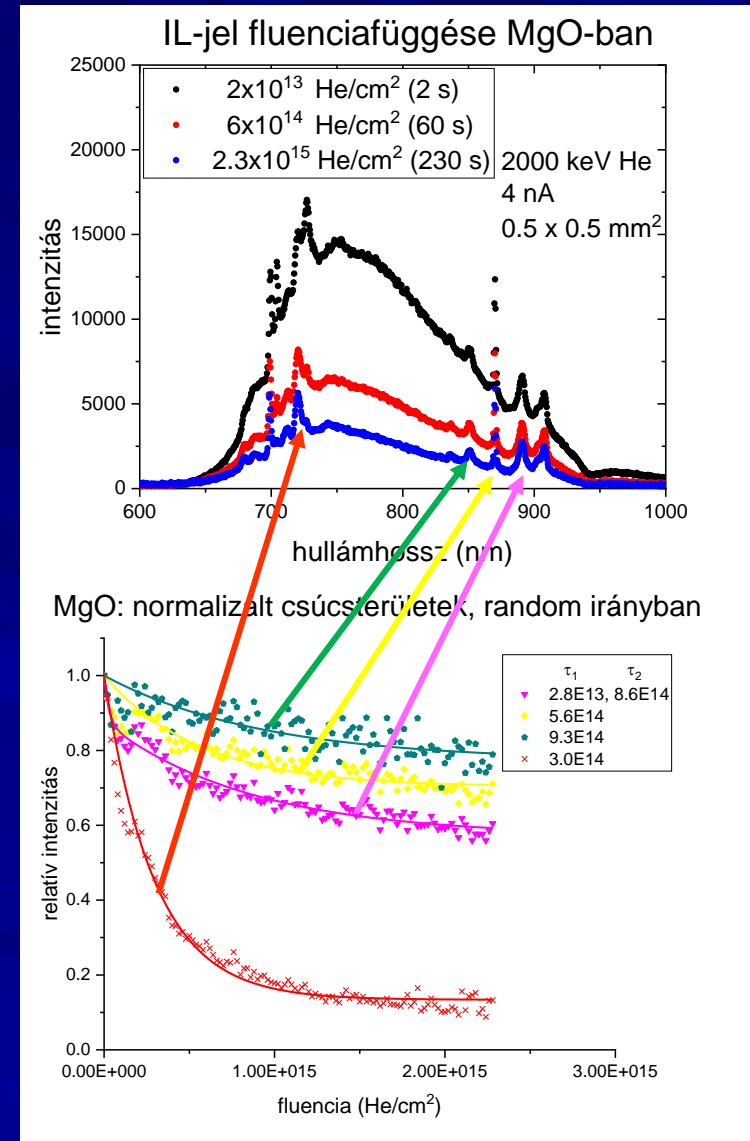
minták elemi (izotópos) összetétele

fény vagy röntgen (IL, PIXE)
rugalmas szórás (RBS, ERDA)
magreakció (NRA)

...

csatornahatással kombinálhatók

IL fényemittáló rendszerek
sugárzástűrése



FeRh multiréteg vizsgálata



Wigner FK Budapest

Nukleáris Anyagtudományi Osztály

Motiváció:



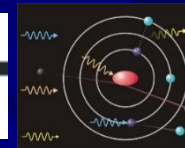
+1 energiahatékonyság



FeRh multiréteg vizsgálata



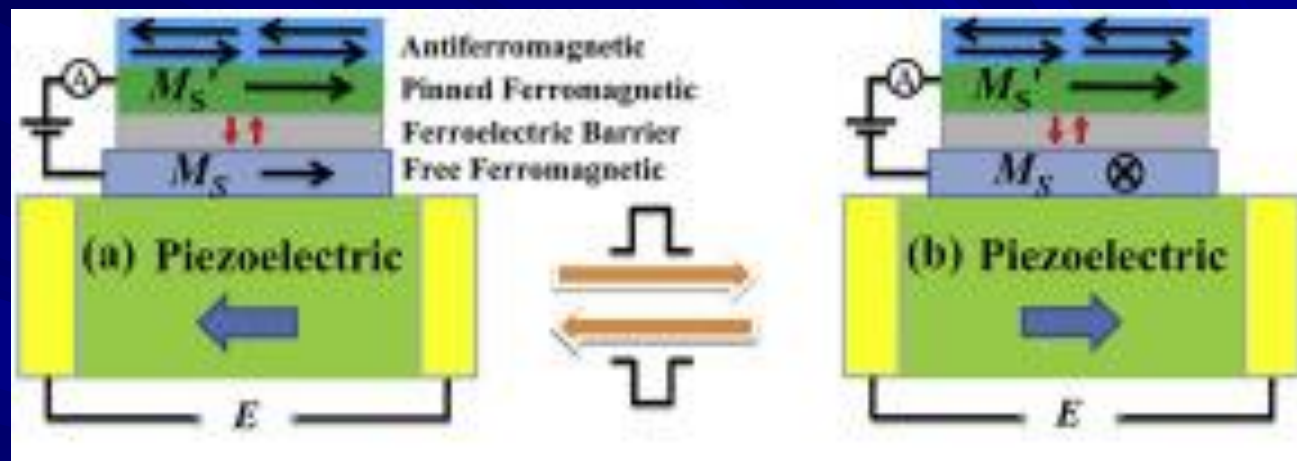
Wigner FK Budapest



Nukleáris Anyagtudományi Osztály

Motiváció:

-
-
-



+1 energiahatékonyság

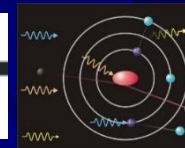


A mágnesség elektromos térrel történő kapcsolása nagyságrendekkel csökkentheti az információ tárolásához szükséges energiát. Az így kifejlesztett eszközök alkalmazásával világszinten óriási energiamennyiség takarítható meg.

FeRh multiréteg vizsgálata



Wigner FK Budapest



Nukleáris Anyagtudományi Osztály

Motiváció:

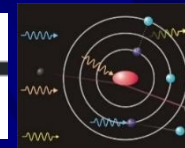


+1 energiahatékonyság



A mágnesség elektromos térrel történő kapcsolása nagyságrendekkel csökkentheti az információ tárolásához szükséges energiát. Az így kifejlesztett eszközök alkalmazásával világszinten óriási energiamennyiség takarítható meg.

FeRh multiréteg vizsgálata



Wigner FK Budapest

Nukleáris Anyagtudományi Osztály

Mintakészítés: MBE

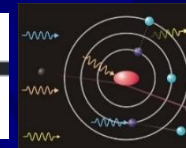


${}^n\text{FeRh}$
${}^{57}\text{FeRh}$
${}^n\text{FeRh}$
${}^{57}\text{FeRh}$
${}^n\text{FeRh}$
${}^{57}\text{FeRh}$
${}^n\text{FeRh}$
${}^{57}\text{FeRh}$
${}^n\text{FeRh}$
${}^{57}\text{FeRh}$
${}^n\text{FeRh}$
${}^{57}\text{FeRh}$
${}^n\text{FeRh}$
${}^{57}\text{FeRh}$
${}^n\text{FeRh}$
${}^{57}\text{FeRh}$
MgO

FeRh multiréteg vizsgálata



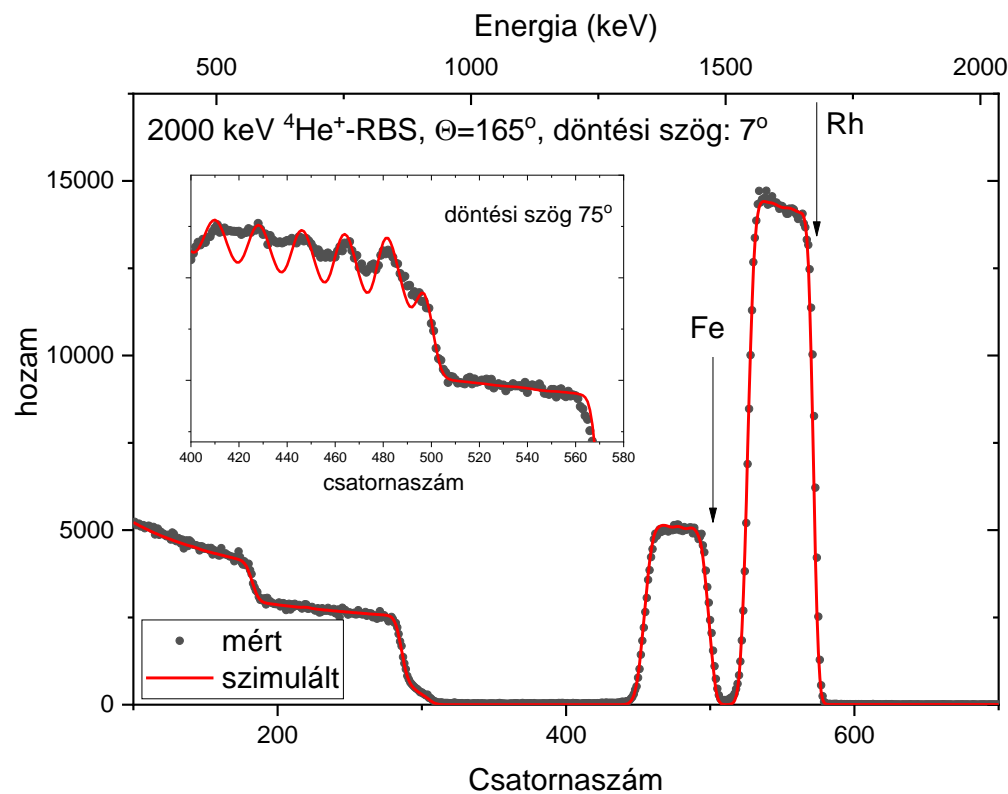
Wigner FK Budapest



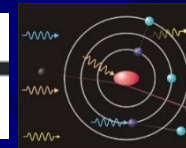
Nukleáris Anyagtudományi Osztály

Mintakészítés: MBE

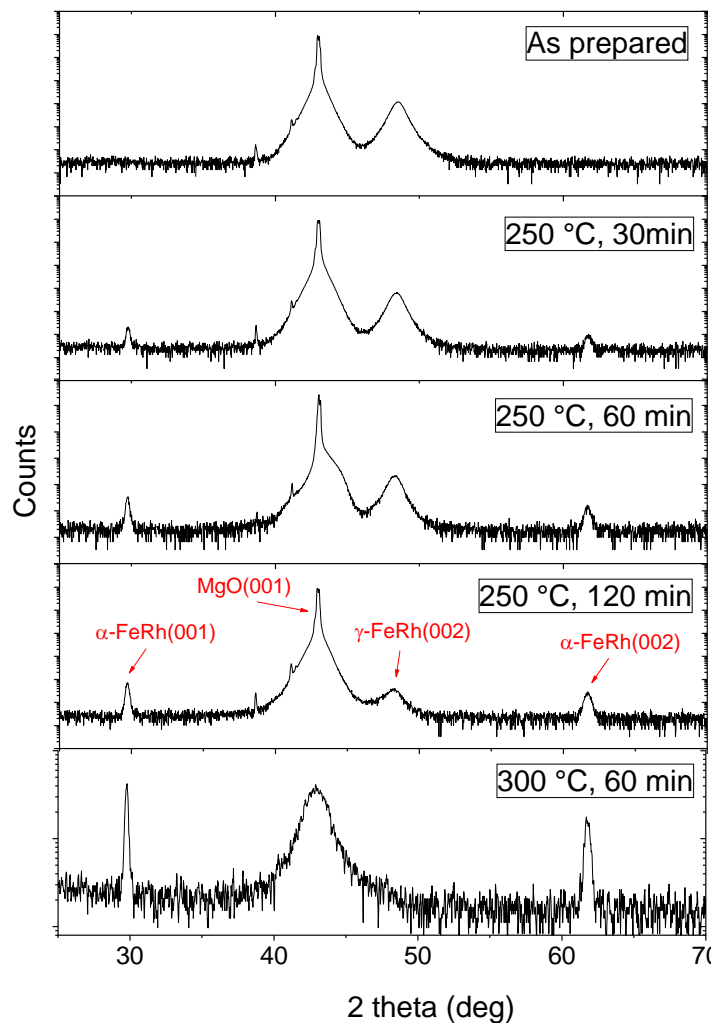
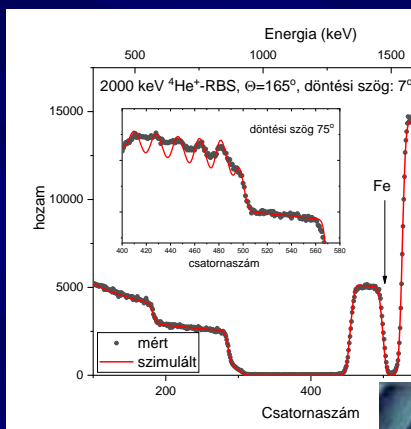
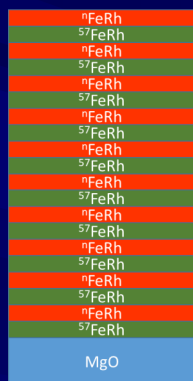
Minősítés: RBS, XRD, neutronreflektometria



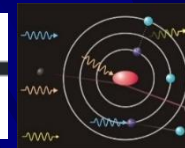
FeRh multiréteg vizsgálata



Mintakészítés: MBE
Minősítés: RBS, XRD,



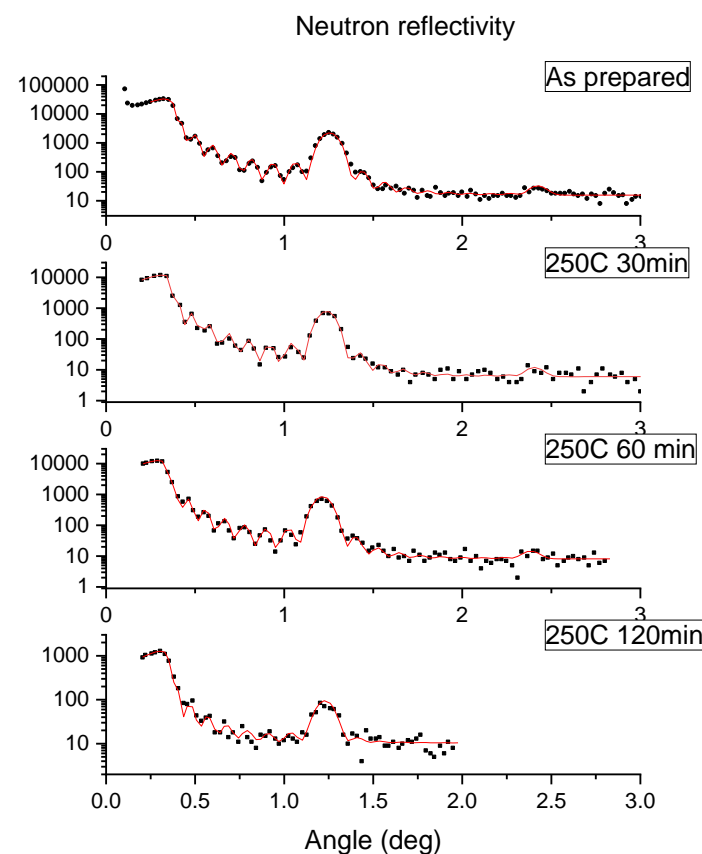
FeRh multiréteg vizsgálata



Nukleáris Anyagtudományi Osztály

Mintakészítés: MBE

Minősítés: RBS, XRD, neutronreflektometria

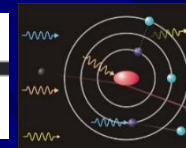


FeRh multiréteg vizsgálata



Wigner FK Budapest

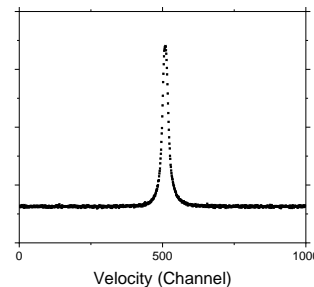
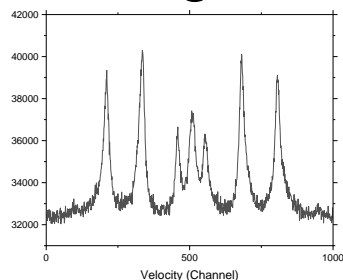
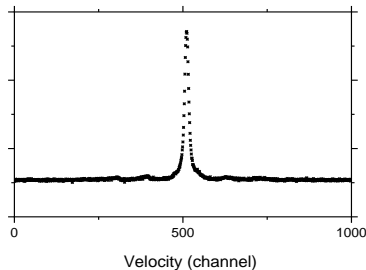
Nukleáris Anyagtudományi Osztály



ferromágneses

hőkezelés

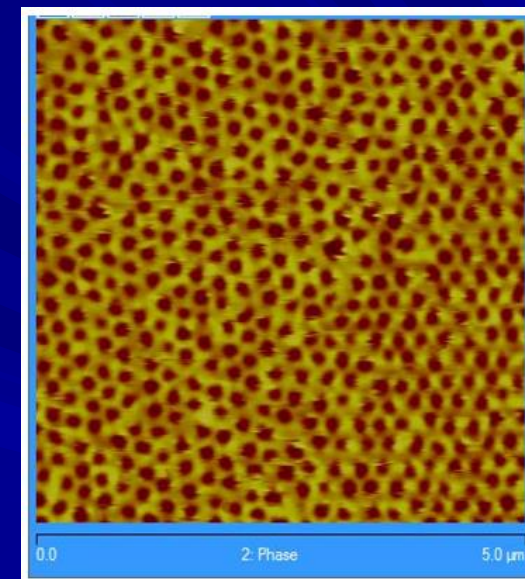
Implantálás



nem mágneses
nem stabil FCC

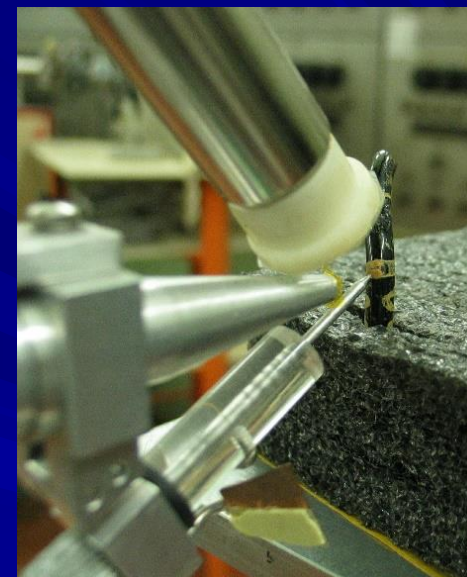
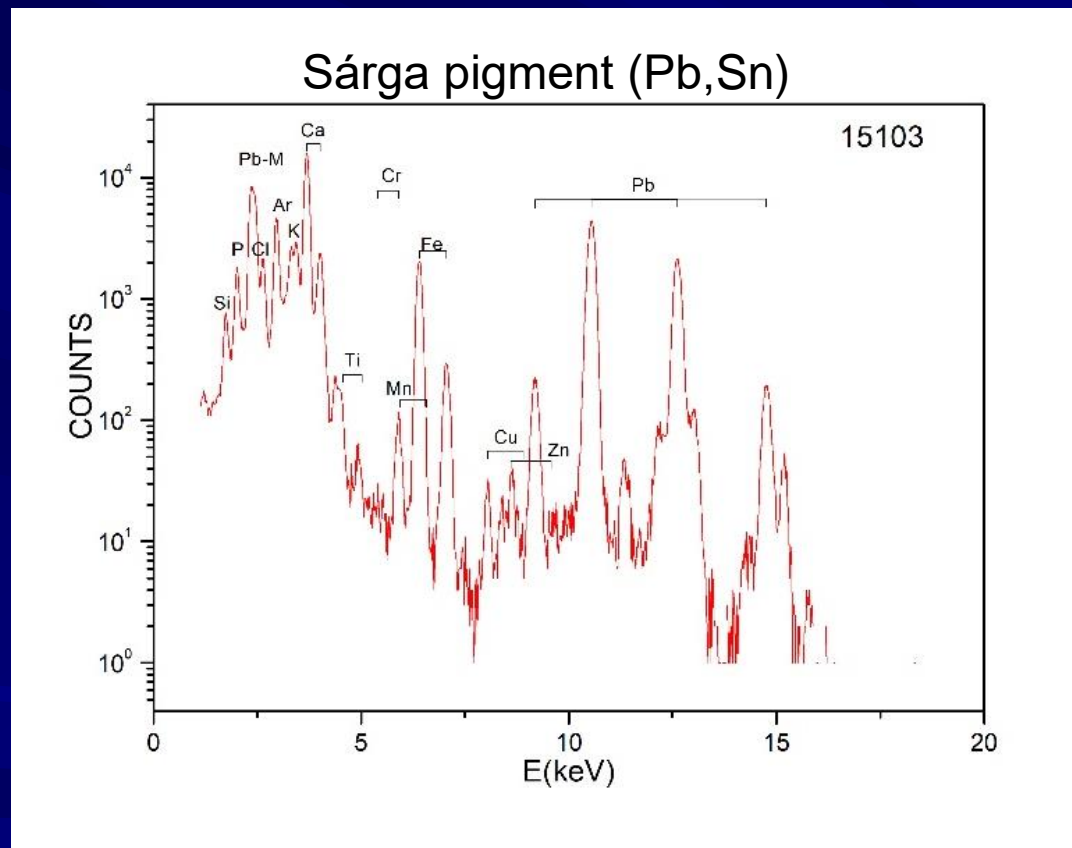
nem mágneses
stabil FCC

Mágneses
nanomintázatok



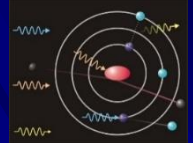
További vizsgálatok folyamatban!

Festett üveg karkötőtöredék (GLASS 160) PIXE mérése



A pigmentek elemösszetételeiből következtetni lehet a tárgy gyártásának helyére.

Összefoglalás



Egészségügy



Élelmezésbiztonság



Hatékony energia



Intelligens közlekedés

**Minden kihívásra
több példa is
hozható lenne.**



Éghajlatváltozás



Európa a változó világban



Biztonságos társadalmak

Köszönet



Wigner FK Budapest

Nukleáris Anyagtudományi Osztály



Horváth Zsolt
Zolnai Zsolt

Fenyves József
Hegedűs Gergő
Kiss László
Seres Csaba
Vad Gábor
Zwickl Zoltán

Bottyán László
Bányász István
Kostka Pál
Kótai Endre
Kovács Imre
Lengyel Attila
Merkel Dániel

Köszönöm a figyelmet!

Nagy Dénes Lajos
Németh Attila
Sajti Szilárd

Szőkefalvi-Nagy Zoltán