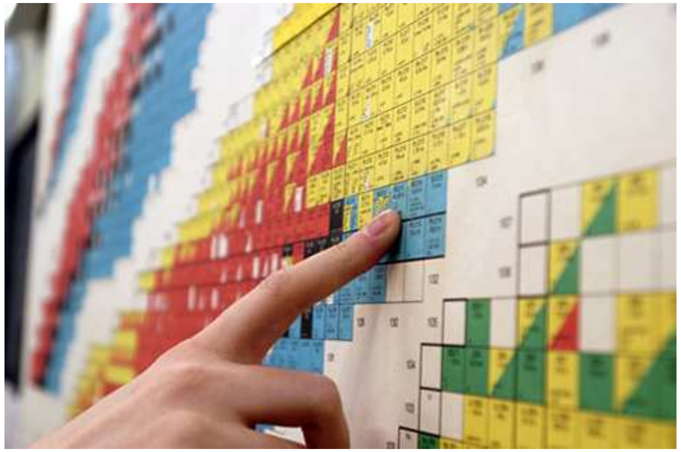
50 lat Mapy Nuklidów z Karlsruhe -
- wrażenia z rocznicowej minikonferencji

zorganizowanej przez Instytut Pierwiastków Transuranowych
na zamku w Karlsruhe 9 grudnia 2008

Marek Pfützner

IFD UW ZSJ



- Złota księga pamiątkowa
- Historia *Karlsruher Nuklidkarte* w zarysie
- Wybór z referatów "rocznicowych"

Wspólne seminarium Fizyki Jądra Atomowego i Struktury Jądra Atomowego, 18 lutego 2009

Minikonferencja w Karlsruhe

EUROPEAN COMMISSION

JRC

Institute for Transuranium Elements

Instytut Pierwiastków Transuranowych (ITU) jest jednym z instytutów wchodzących w skład tzw. Joint Research Center, który jest agendą Komisji Europejskiej

"The mission of ITU is to provide the scientific foundation for the protection of the European citizen against risks associated with the handling and storage of highly radioactive material. ITU's prime objectives are to serve as a reference centre for basic actinide research, to contribute to an effective safety and safeguards system for the nuclear fuel cycle, and to study technological and medical applications of radionuclides/actinides."

➔ Jednym z zadań ITU jest kontynuacja prac nad Mapą Nuklidów z Karlsruhe i dalszy rozwój tego projektu

W 50 rocznicę ukazania się pierwszego wydania *Karlsruher Nuklidkarte* ITU zorganizował jednodniową konferencję poświęconą mapie nuklidów, jej historii, a także rozwojowi fizyki jądrowej.

Na tę okazję przygotowano specjalna "***Złota Księgę***" pamiątkową.

➔ **Doskonały materiał popularyzujący fizykę jądrową!**

Księga zawiera szereg b. ciekawych artykułów w 8 rozdziałach:

- Historia
- Rozwój technik doświadczalnych
- Kwarki i oddziaływania silne
- Przemiany beta i neutrina
- Nuklidy i promieniotwórczość
- Zbiory danych jądrowych
- Biofizyka i zastosowania medyczne
- Datowanie i jądrowa medycyna sądowa

Na rocznicowej konferencji, 9 grudnia 2008, wygłoszono szereg referatów nawiązujących do artykułów ze ***Złotej Księgi***.

- ➔ Nuclid Chart History – C. Normand (ITU)
- ➔ Evolution of the Universe – F.K. Thielemann (Basel)
- ➔ Antiparticles & Antimatter – A. Zichichi (CERN)
- ➔ Application of α -Emitters for Cancer Therapy – A. Morgenstern (ITU)
- ➔ Application of Nuclear Science to Cultural Heritage – W. Kutchera (Vienna)
- ➔ Beta-Delayed Charged Particles – M.J. Borge (Madrid)
- ➔ Chemistry of Superheavy Elements – A. Türler (Munich)
- ➔ Super- and Hyperdeformed Isomeric States – A. Marinov (Jerusalem)
- ➔ Heaviest Nuclei – A. Popeko (Dubna)
- ➔ Beta Decay and Stellar Nucleosynthesis – F. Bosch (Darmstadt)
- ➔ Katrin: Hunting Neutrino Masses – G. Drexlin (Karlsruhe)

➔ Patrz: http://www.KarlsruheNuclideChart.net/

Historia Mapy Nuklidów

Pierwsze przedstawienie nuklidów na płaszczyźnie N, Z - Giorgio Fea, 1935

Rozszerzenie - Emilio Segrè, 1945 (Segrè chart)

Enrico Fermi i Emilio Segrè

Popular Science, March 1948

G.T. Seaborg, 1951

➔Pierwsza edycja *Karlsruher Nuklidkarte* - 1958

W. Seelman-Eggebert, G. Pfenig, Karlsruhe Radiochemical Institute

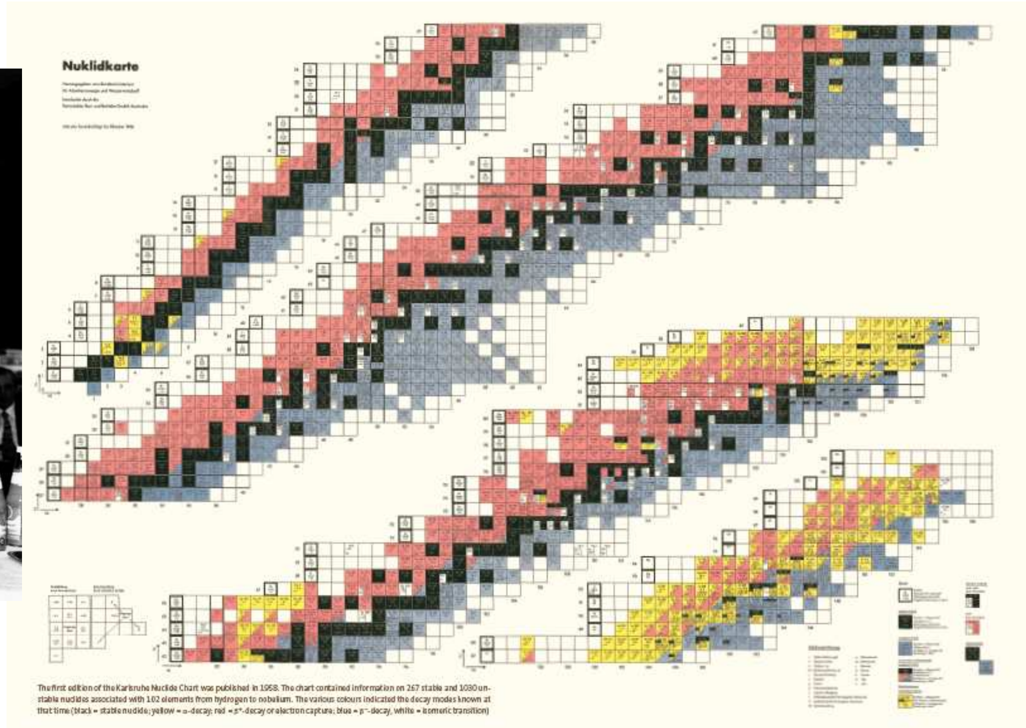
102 pierwiastki, 267 trwałych izotopów, 1030 - nietrwałych nuklidów

4 typy rozpadów (α , β^+, β^-, γ)

Tablica naścienna (A0) w wersji kolorowej i czarno-białej

Format zeszytowy (A4) tylko czarno-biały

Seaborg, Seelman-Eggebert, Pfenig



1 wydanie, 1958

Mozaika ceramiczna na ścianie w Forschungszentrum Karlsruhe, 1960

➔ Następne wydania

- Drugie wydanie - 1961

Od drugiego wydania drukowano tylko mapy kolorowe.

Doszedł jeden pierwiastek i 70 nuklidów nietrwałych.

Wprowadzono kolorowe narożniki informujące o alternatywnych drogach rozpadu. Opis w trzech językach.

- Trzecie wydanie - 1968

Opis w 4 językach. Wprowadzono kolor **zielony** dla rozszczepienia spontanicznego.

- Czwarte wydanie - 1974

Energie linii γ wyrażono w keV (wynik wzrostu dokładności pomiarów dzięki detektorom Ge)

- Piąte wydanie - 1981

  Pojawił się podwójny rozpad beta (^{82}Se) oraz kolor **pomarańczowy** dla oznaczenia emisji protonu (^{53m}Co). Katastrofa w Czarnobylu zwiększyła popyt i sprzedano ponad 50 000 map ściennych i 88 000 zeszytów.

- Szóste wydanie - 1995

  Dodano kolor **granatowy** na oznaczenie promieniotwórczości klastrowej. Pierwiastki do numeru 111.

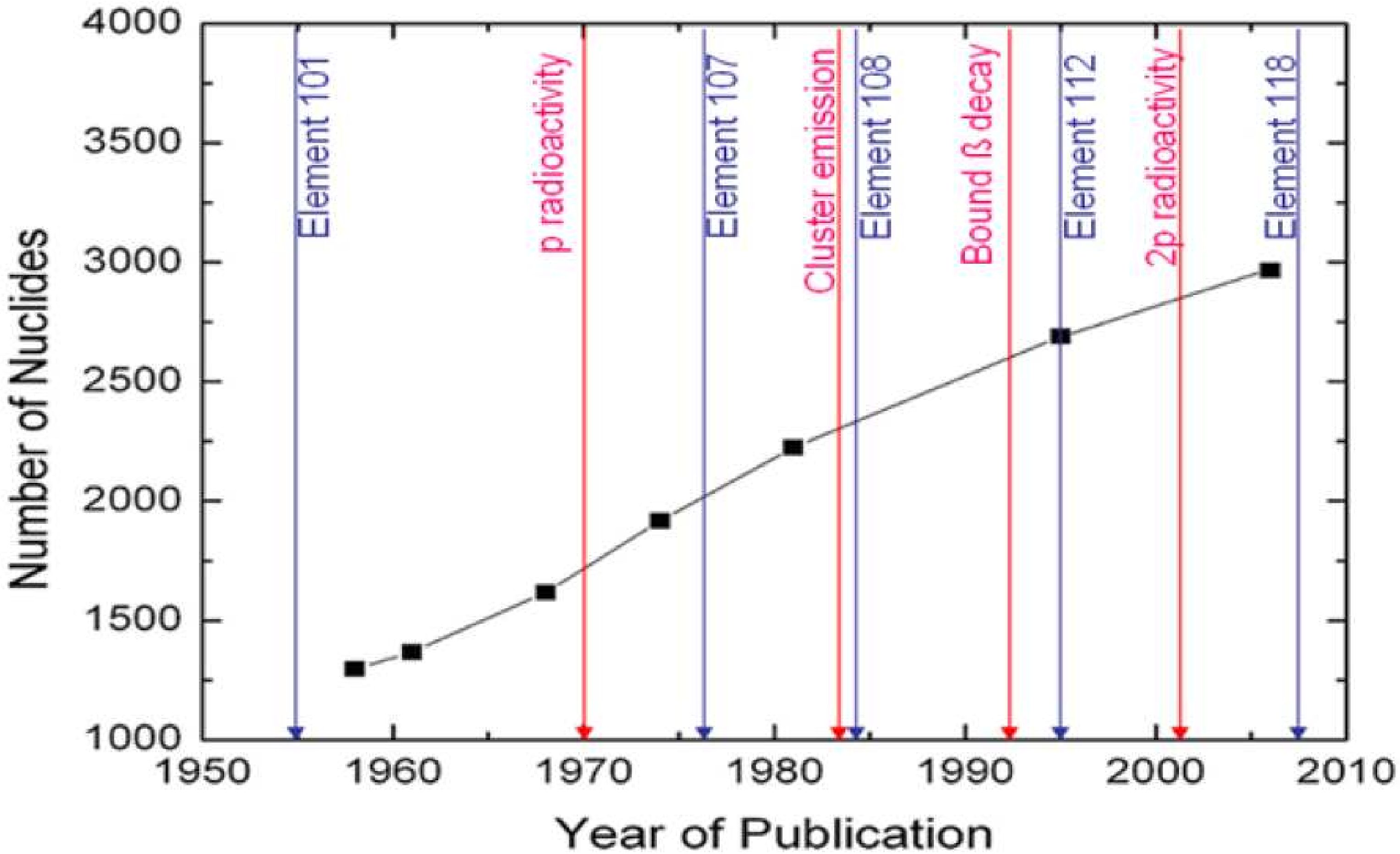
  Rozszerzony reprint - 1998/2001 - dodano pierwiastek 112.

- Siódme wydanie - 2006

  Forschungszenter Karlsruhe podpisał kontrakt z Komisją Europejską i przekazał materiały oraz know-how do ITU, który przejął wydawanie KNK. Siódme wydanie zawiera 2961 nuklidów, 692 izomery, pierwiastki 113-116 i 118. Wersję zeszytową zredagowano od nowa. Dodano dwa języki opisu (rosyjski i chiński).

  Poprawione wydanie edycji 7 - listopad 2007

Przyrost liczby wytworzonych/zbadanych nuklidów w czasie

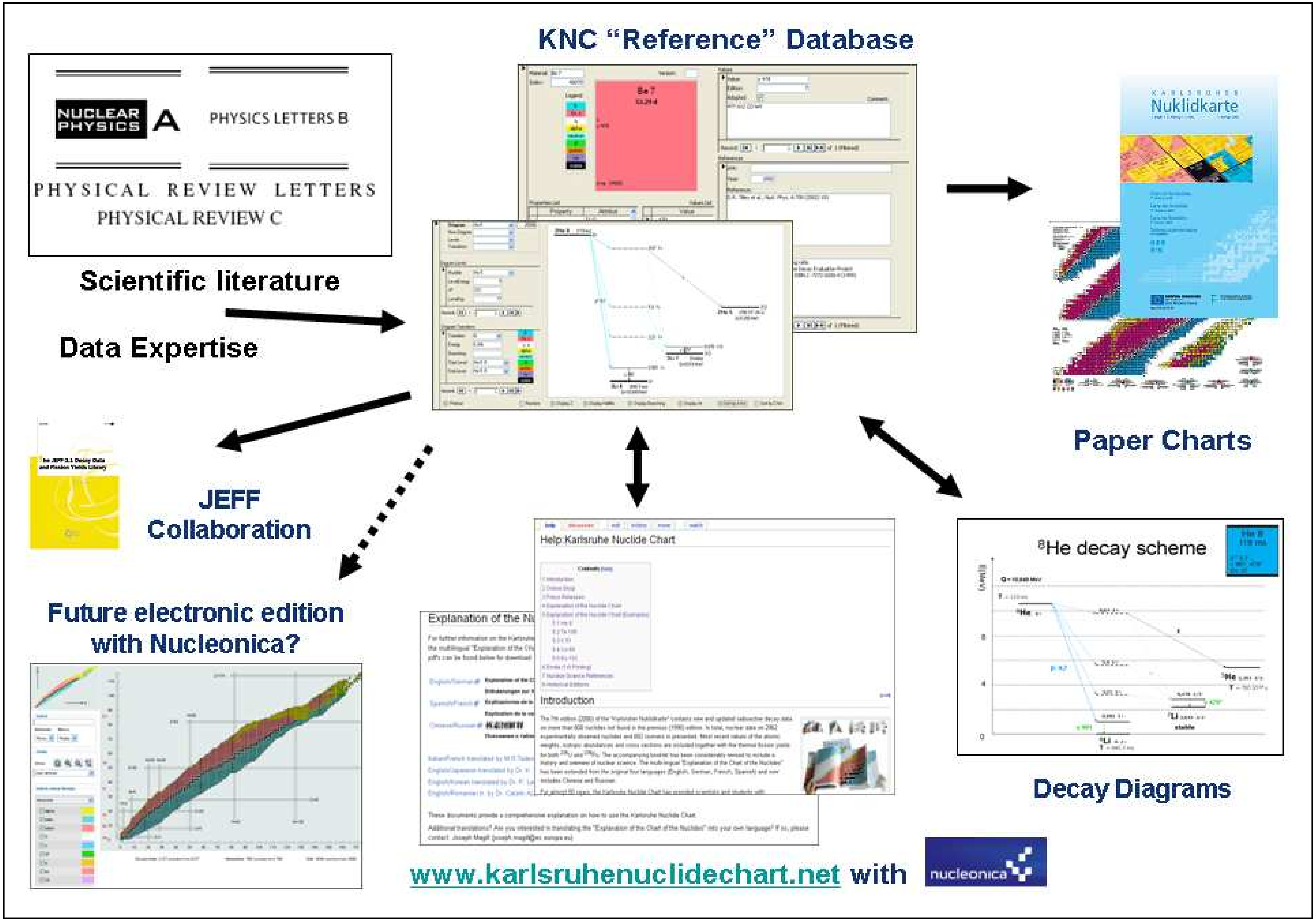


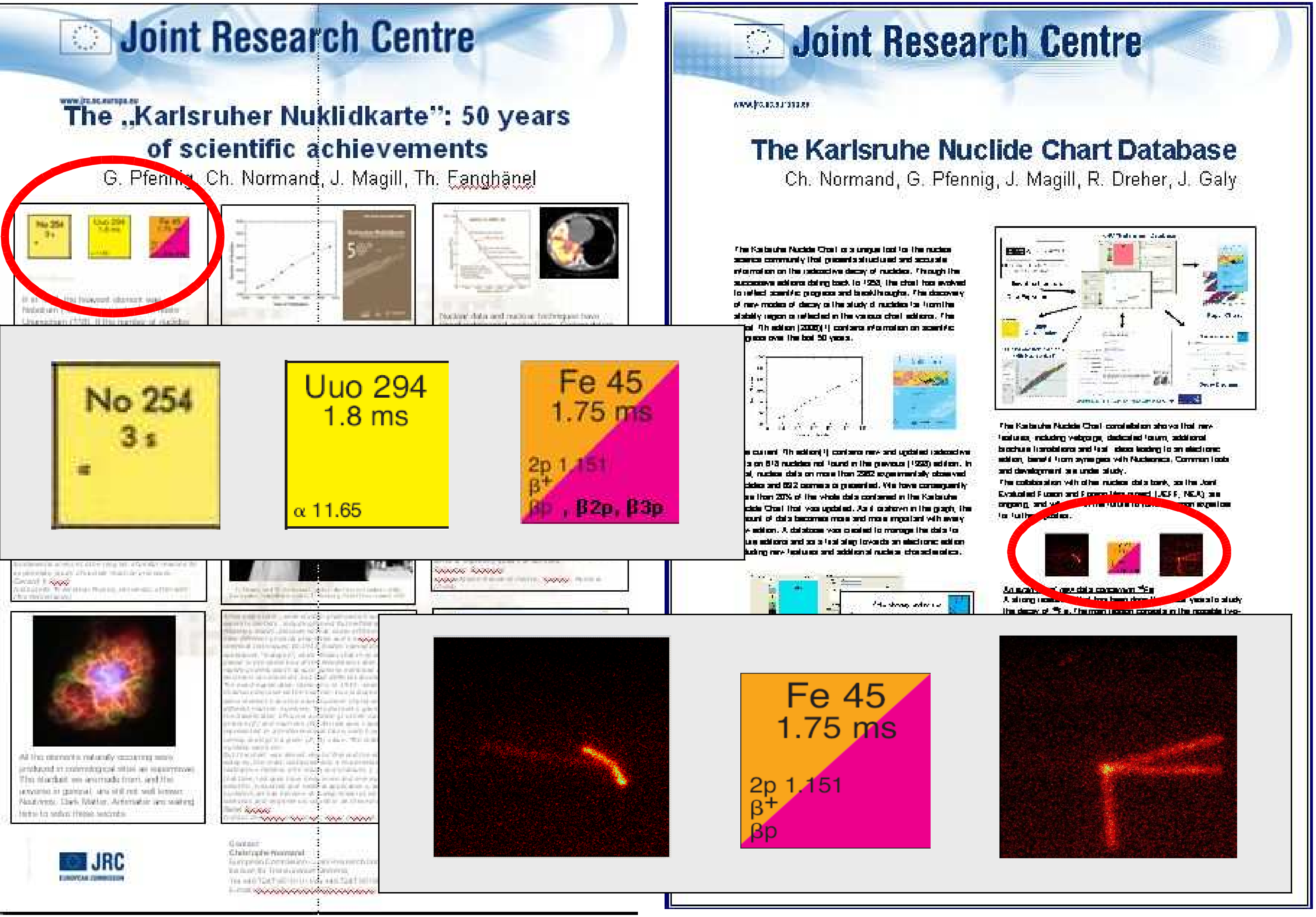
➔ Trwają prace nad Ósmym wydaniem. Będzie ono oparte po raz pierwszy o dedykowane, relacyjne bazy danych, zawierające dane jądrowe, referencje, diagramy poziomów, etc.

Nowa mapa będzie połączona z portalem internetowym NUCLEONICA nuclear science portal ➔ http://www.nucleonica.net

Rozpoczęto budowę witryny samej mapy nuklidów:
➔ http://www.KarlsruheNuclideChart.net/

➔ Planuje się także elektroniczną wersję KNK niezależnie od wersji tradycyjnej.


KNC "Reference" Database
NUCLEAR PHYSICS A
PHYSICS LETTERS B
PHYSICAL REVIEW LETTERS
PHYSICAL REVIEW C
Scientific literature
Data Expertise
Nuklidkarte
Paper Charts
JEFF Collaboration
Future electronic edition with Nucleonica?
Help:Karlsruhe Nuclide Chart
Introduction
Explanation of the Nu
^{8}He decay scheme
Decay Diagrams
www.karlsruhenuclidechart.net with
nucleonica


Joint Research Centre
The „Karlsruher Nuklidkarte": 50 years of scientific achievements
G. Pfennig, Ch. Normand, J. Magill, Th. Fanghänel
No 254
3 s
Uuo 294
1.8 ms
α 11.65
Fe 45
1.75 ms
2p 1.151
β+
βp , β2p, β3p
JRC
Joint Research Centre
The Karlsruhe Nuclide Chart Database
Ch. Normand, G. Pfennig, J. Magill, R. Dreher, J. Galy
Fe 45
1.75 ms
2p 1.151
β+
βp

ommemorative publication, to mark the 50th Anniversary
"Karlsruher Nuklidkarte", provides a broad, state of the
erview of scientific research in the nuclear sciences. In
here are 30 scientific articles written by experts in their
s fields together with the historical Nobel lectures by
erel and Soddy. The chapters are arranged as follows:

istory
xperimental developments
uarks and strong interaction
eta decay and neutrinos
uclides and radioactivity
uclear data
iophysics and medical applications
ating and nuclear forensics

s cover fundamental and theoretical aspects of nuclear
s and chemistry including the discovery of new elements
ecay modes, neutrinos, quarks, antimatter, and dark
r. Technological developments are described in a series
cles ranging from space radiation biophysics and health
archaeological dating, forensics and cultural heritage.

Publications Office

LC-NA-23420-EN-C

Karlsruher Nuklidkarte Commemoration of the 50th Anniversary

Editors G. Pfennig, C. Normand, J. Magill, Th. Fanghänel

Editors: G. Pfennig, C. Normand, J. Magill, Th. Fanghänel

Karlsruher Nuklidkarte

Commemoration of the 50th Anniversary

50th

2008

1958

JRC
EUROPEAN COMMISSION
Report EUR 23420 EN

itu

Forschungszentrum Karlsruhe
in der Helmholtz-Gemeinschaft

1. Antycząstki i antymateria

Antonino Zichichi (CERN)

«Those who say that antihydrogen is antimatter should realize that we are not made of hydrogen and we drink water, not liquid hydrogen». (Dirac)

➔ Odkrycie antyelektronu, antyprotonu i antyneutronu nie wystarcza do stwierdzenia, że istnieje antymateria.

➔ Trzeba jeszcze wykazać, że siły jądrowe działające między nukleonami są takie same jak siły między antynukleonami. Eksperymentalnym dowodem istnienia antymaterii jest np. obserwacja antydeuteronu.

To constitute the nucleus, we need protons, neutrons and nuclear glue. It's similar with bricks.

To build a house we need "glues", for bricks alone are not enough. Matter corresponds to the house and not to the bricks alone.

If the world where we live tells us that houses exist, to ascertain that antihouses also exist we must formulate a law that establishes the existence of antiglues, exactly identical to the glues that allow the joining of bricks to build houses.

➔ Antydeuterony po raz pierwszy wytworzono w CERNie w reakcji p + Be. Identyfikacja poprzez pomiar $B\rho$ i TOF. Wydajność reakcji 10^{-8} $\bar{\mathrm{d}}/\pi^{-}$

Massam et al., Nuovo Cimento 39 (1965) 10.

Dirac came out of his depression when he received a phone call from his friend Abdus Salam, saying «*Relax Paul, my friend Nino Zichichi has discovered the antideuteron*». Dirac called me and invited me for lunch at his place, and this is how we started a friendship which led us to the realization of the Erice Seminars on Nuclear Wars. The letter written by Mrs Dirac recalling this event is reported in Fig. 2.

Figure 5: Eugene P. Wigner, A. Zichichi and Paul Dirac (Erice, 1982).

Mocny akcent na zakończenie wykładu

T.D. Lee said:

«in his book "The Physicist's Conception of Nature" (1972), Werner Heisenberg writes: "I think that this discovery of antimatter was perhaps the biggest jump of all big jumps in physics in our century."

Now, Heisenberg discovered quantum mechanics in 1925.

By 1972, he had witnessed almost all the big jumps in modern physics.

Yet he would rank the discovery of antimatter as the biggest jump of all».

2. Chemia najcięższych pierwiastków

Prof. Dr. Andreas Türler
Institut und Lehrstuhl für Radiochemie
Technische Universität München

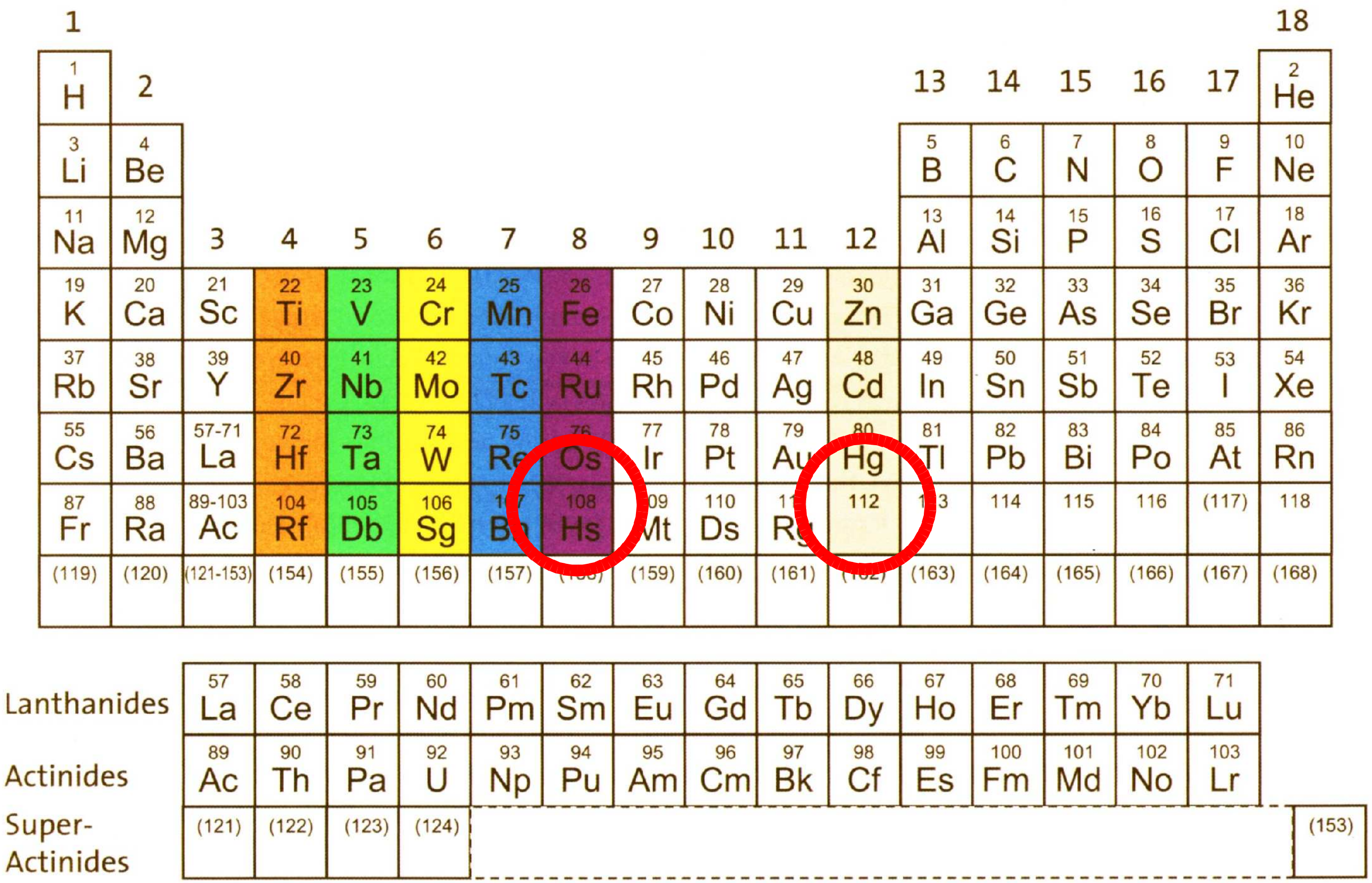
Logo of NRC6 conference Aachen

Gdzie kończy się układ okresowy pierwiastków?

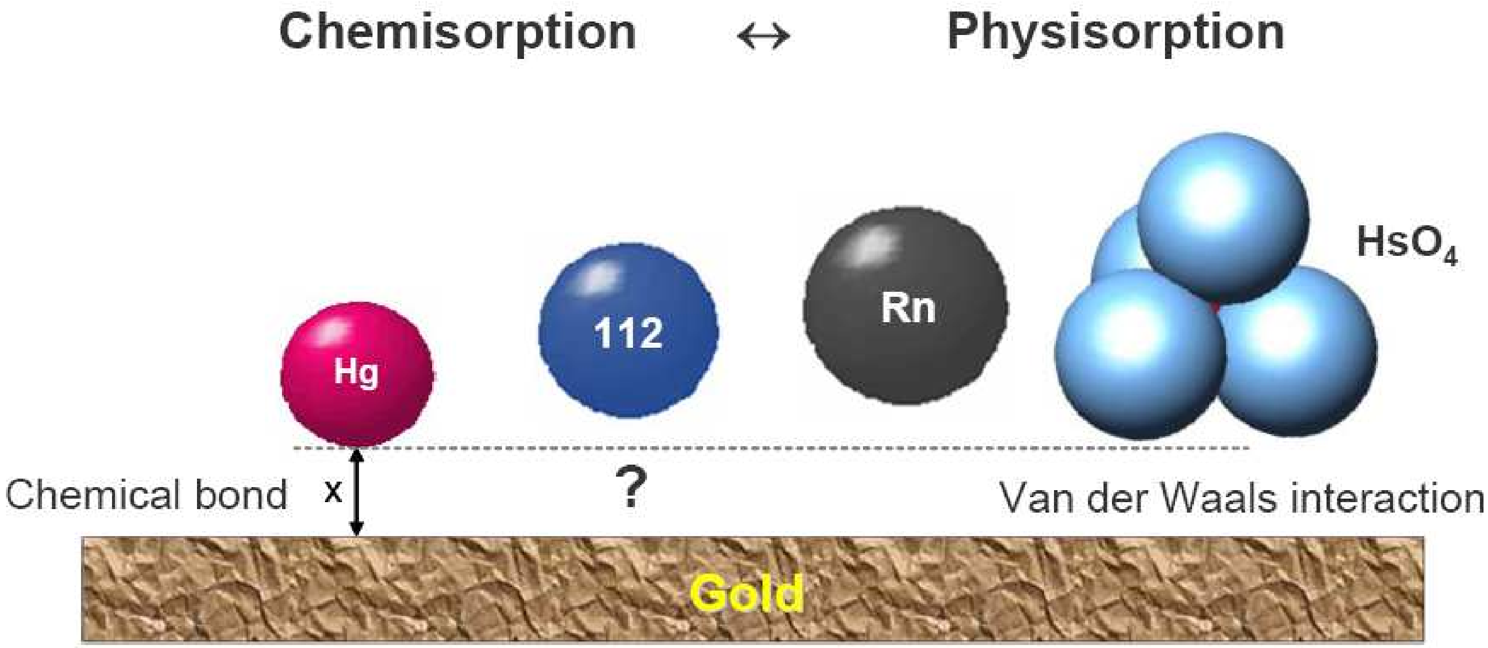
Czy istnieją superaktynowce?

Czy transaktynowce zachowują się jak gazy szlachetne?

Testowanie przewidywań relatywistycznej chemii kwantowej



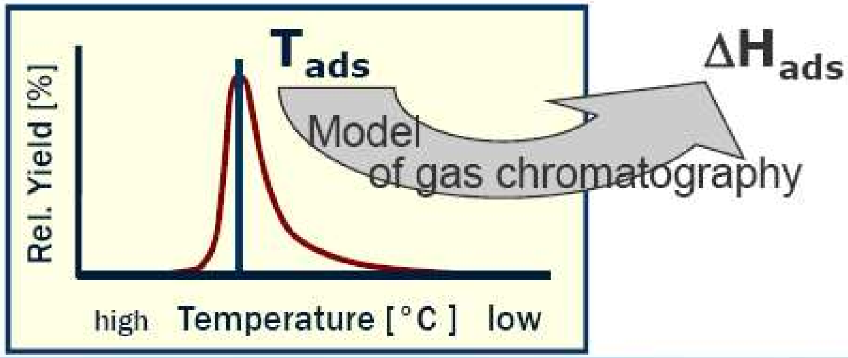
Experimental approach



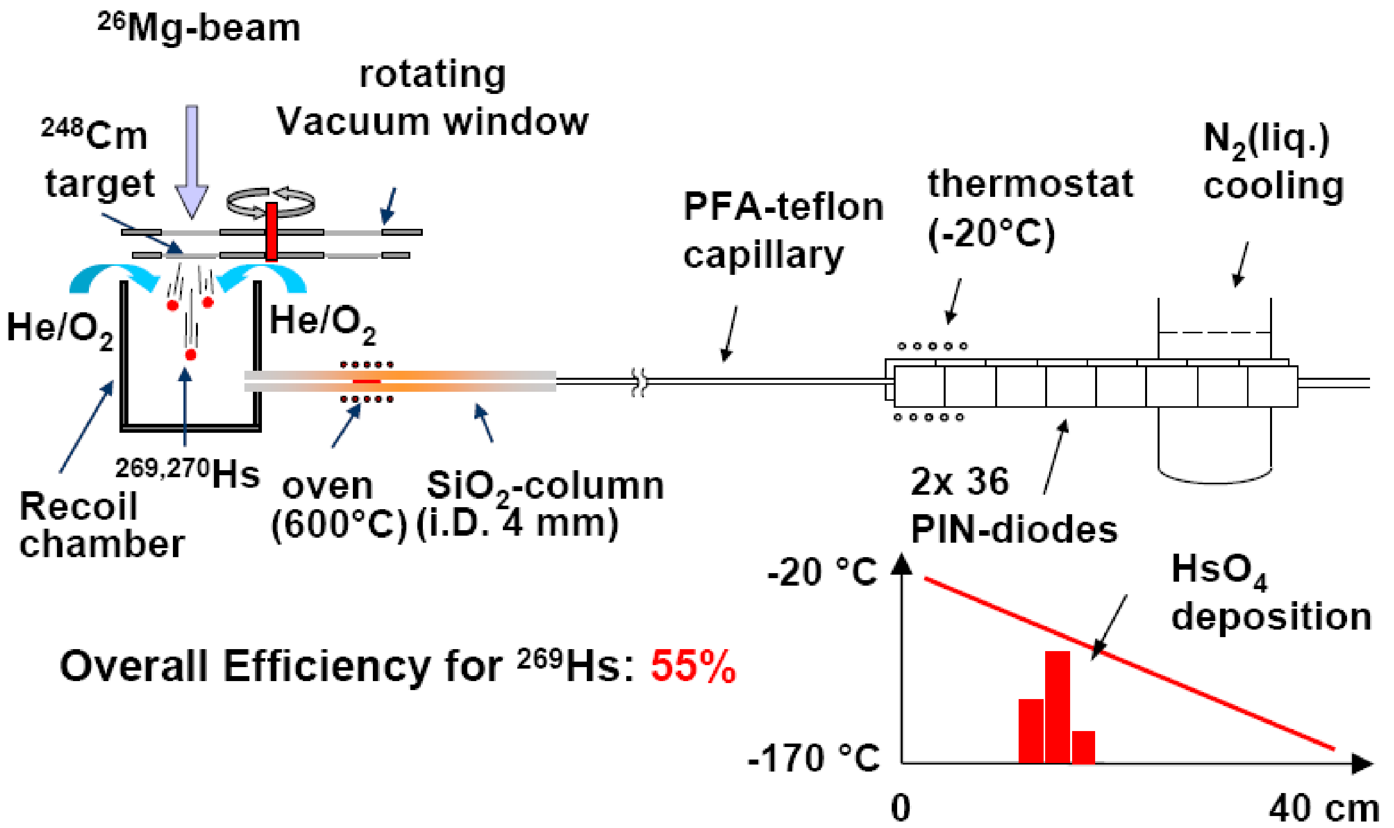
Thermochromatography with SHE

Cryo-On-Line Detector (COLD)

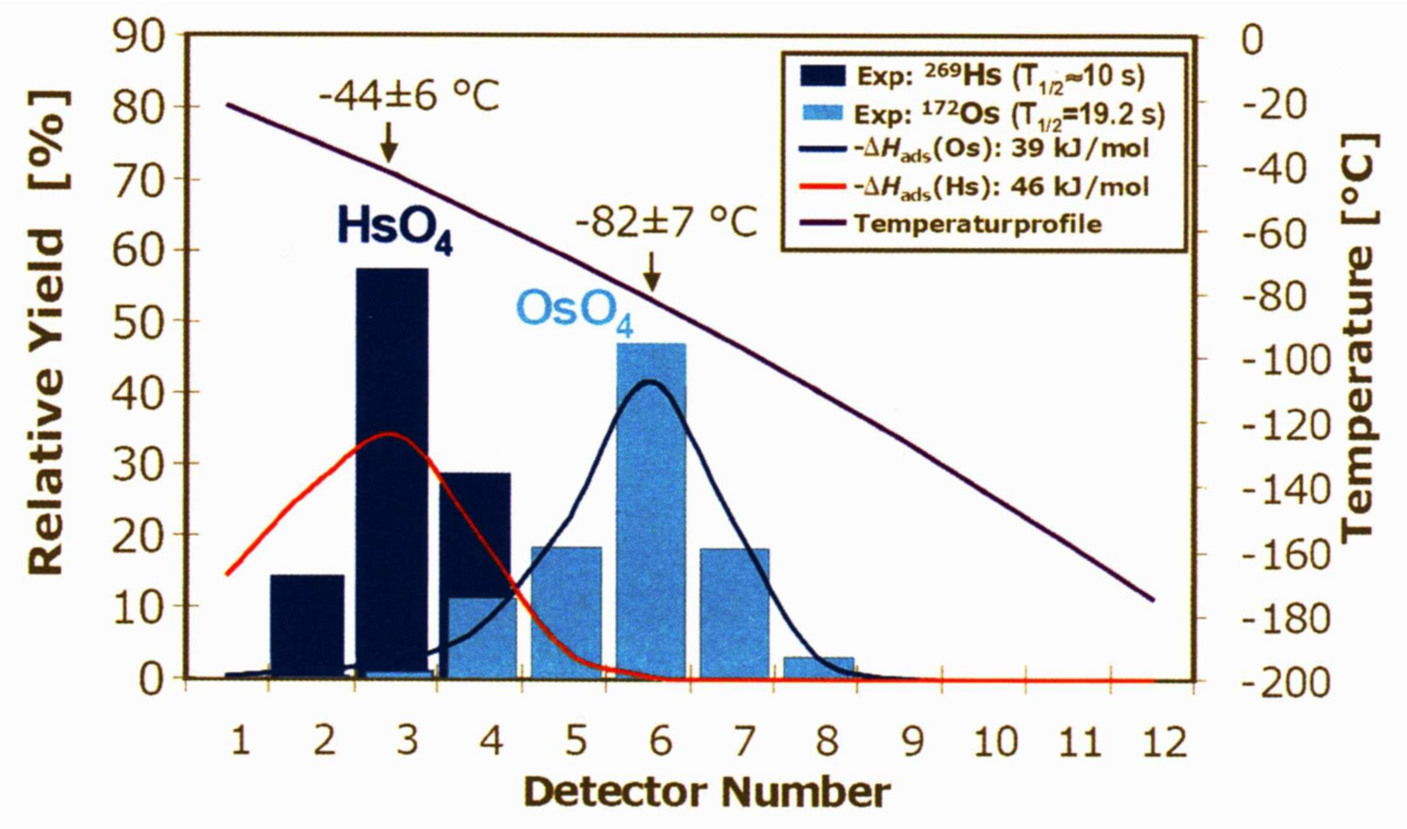
Internal Chromatogram



Chemistry: a highly efficient Hassium separator



Overall Efficiency for ^{269}Hs: 55%



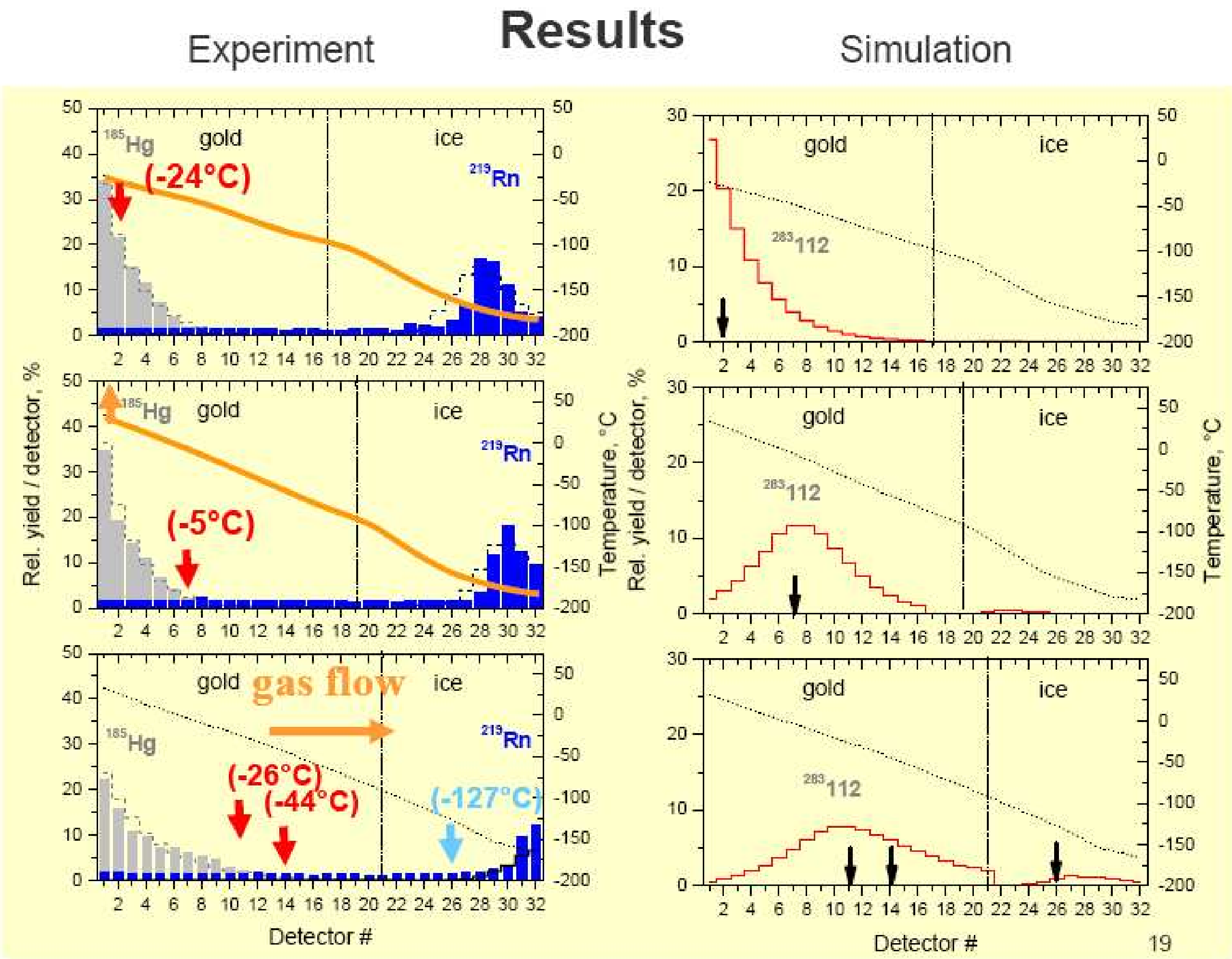
➔ Eksperyment w GSI: zarejestrowano 7 atomów ^{269}Hs !

Has ma mniejszą lotność niż osm, ale należy do tej samej grupy (8)

Düllmann et al., Nature 418 (2002) 859

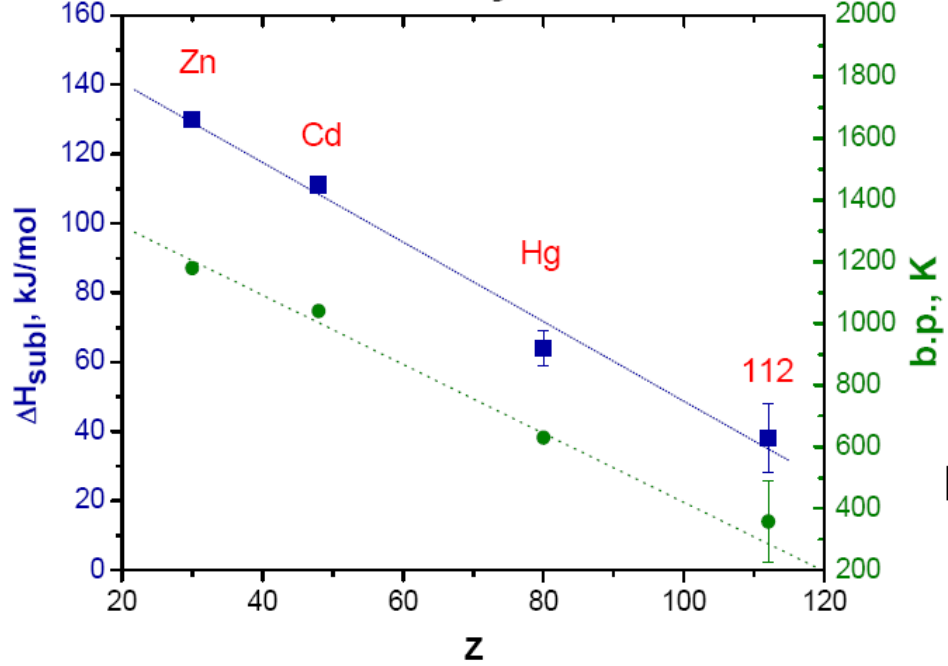
Badanie pierwiastka 112

➔ Eksperyment w Dubnej: zarejestrowano 5 atomów ^{283}112 !

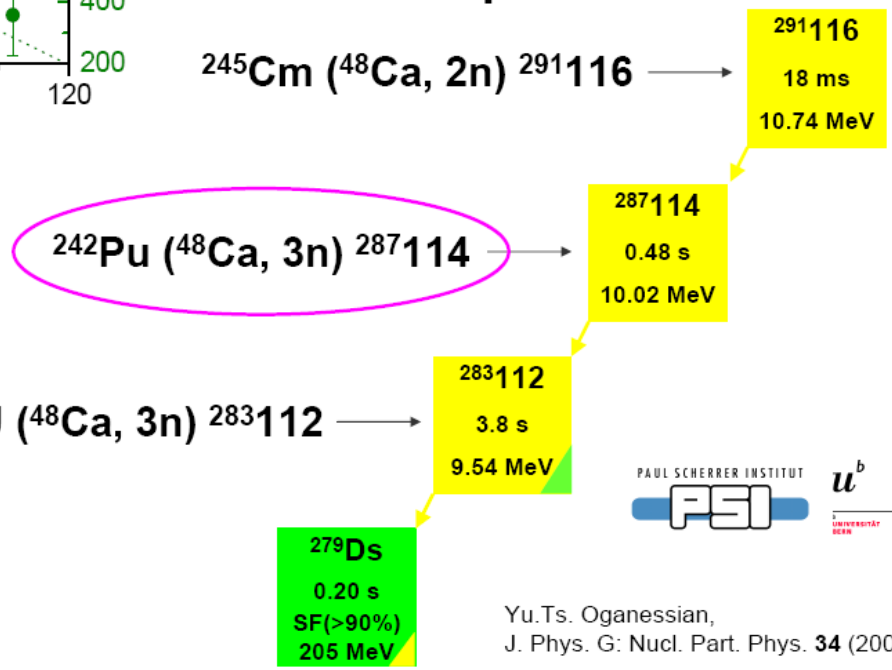


Eichler et al., Nature 447 (2007) 72

From experimental results deduced volatility of element 112



Element 112 production

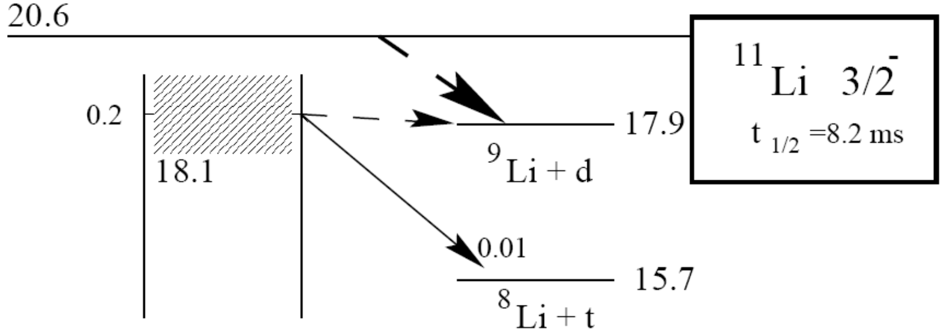


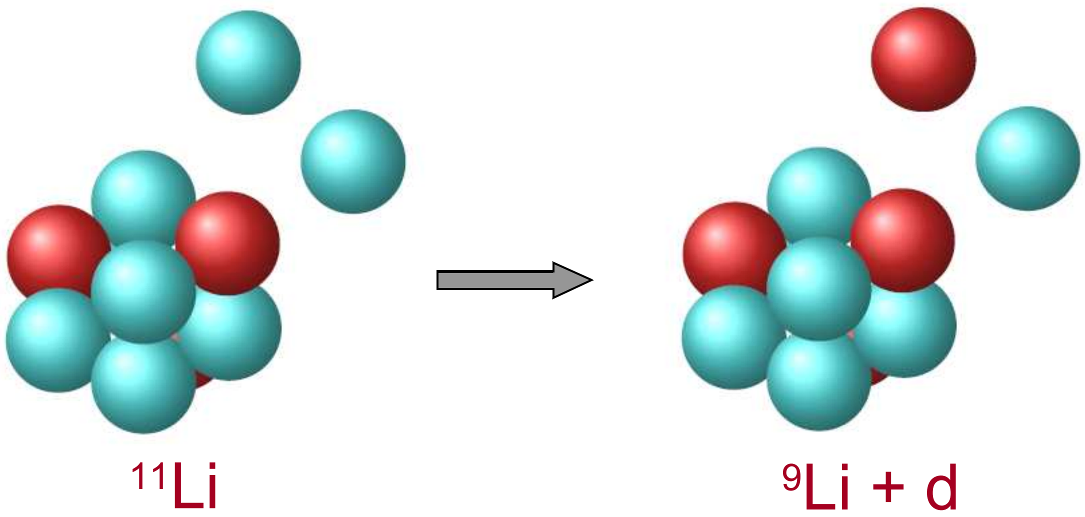
Yu.Ts. Oganessian,
J. Phys. G: Nucl. Part. Phys. **34** (2007) R165–R242

3. Beta-delayed charged particles...

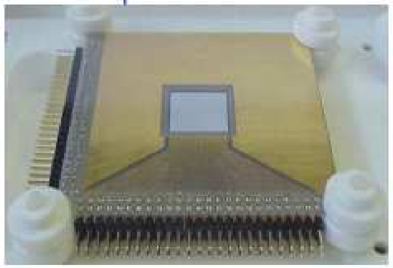
María José García Borge (Madryt)

Przemiana β ^{11}Li





^{11}Li βd spectrum finally measured @ TRIUMF!!

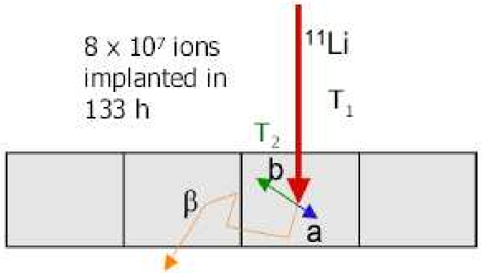


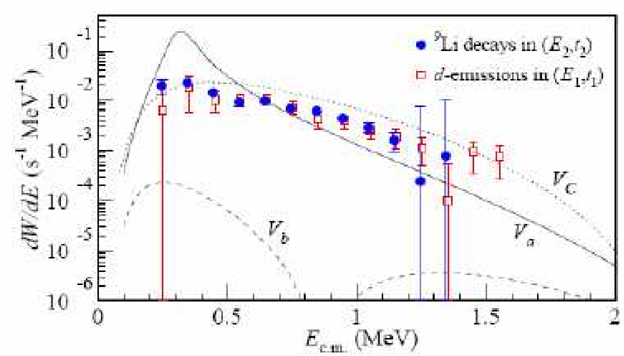
DSSSD 16x16 mm^2, 70μm thick

48x48 strips, 300 μm, 2304 pixels

J. Büscher et al., NIM B in press

- Implantation of 11Li beam on DSSSD Detector
- Very precise B.R.
- Low detection threshold
- Low beta background
- History of each decay





B.R = 1.30(13)x10-4

E_{cm} > 200 keV

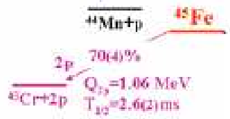
Deuteron Spectrum

Decay to the continuum confirmed

Raabe et al, PRL 101 (2008) 212501

Względnie duże B.R. wskazuje na to, że przemianie ulega neutron z halo.
Widmo energetyczne sugeruje bezpośrednie przejście do kontinuum.

Two proton Radiactivity



Found 2002

By Bordeaux & Warsaw

Predicted in the 60's by Goldanskii as consecuence of the pairing force ⇒ easier to eject the pair that break it apart

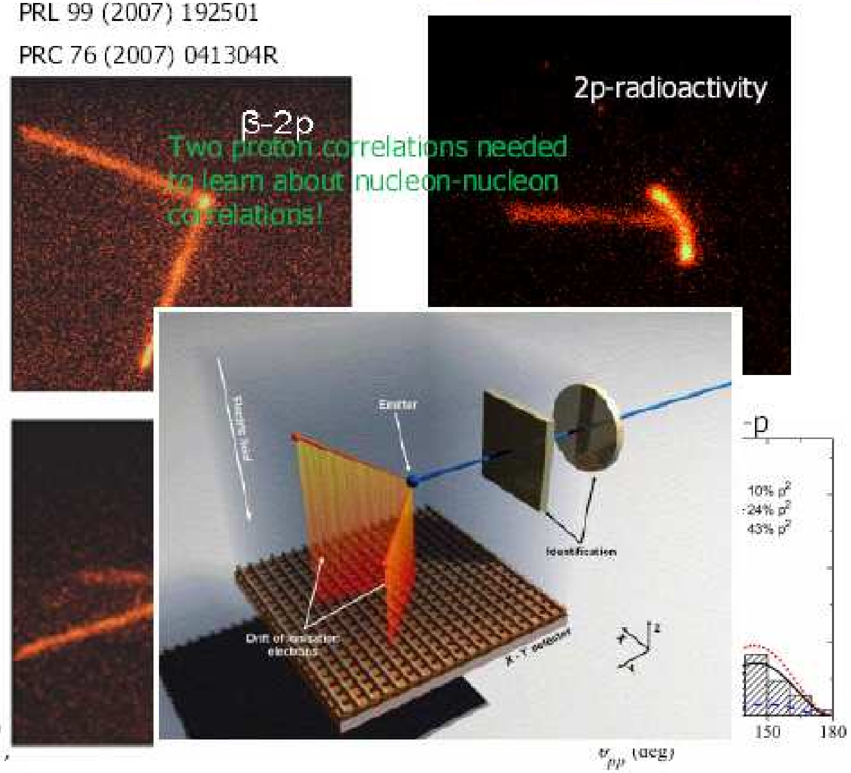
Miernik et al,

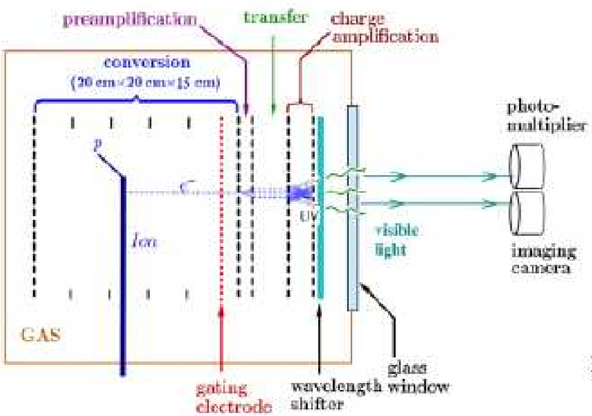
NIM A 581 (2007) 194

PRL 99 (2007) 192501

PRC 76 (2007) 041304R

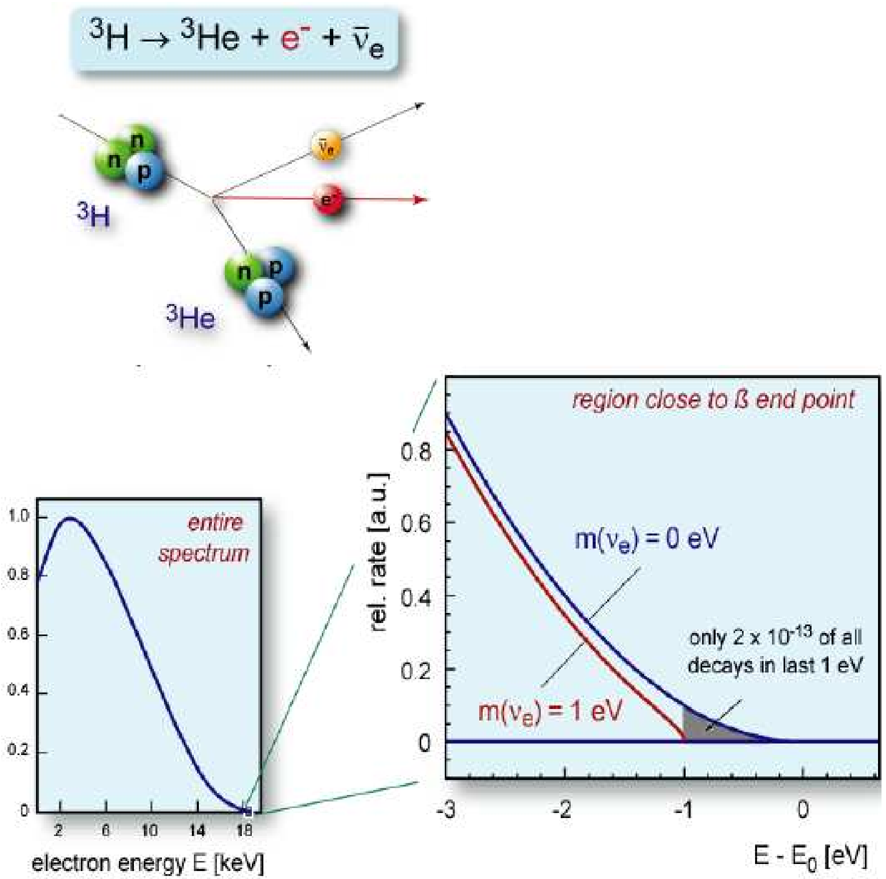
2p-correlations observed in 2007





4. KArlsruhe TRitium Neutrino experiment

Guido Drexlin (Karlsruhe)



history of tritium ß-decay

	m_ν
ITEP *T_2 in complex molecule* *magn. spectrometer (Tret'yakov)*	17-40 eV
Los Alamos *gaseous T_2 - source* *magn. spectrometer (Tret'yakov)*	< 9.3 eV
Tokio *T - source* *magn. spectrometer (Tret'yakov)*	< 13.1 eV
Livermore *gaseous T_2 - source* *magn. spectrometer (Tret'yakov)*	< 7.0 eV
Zürich *T_2 - source impl. on carrier* *magn. spectrometer (Tret'yakov)*	< 11.7 eV
Troitsk (1994-today) *gaseous T_2 - source* *electrostat. spectrometer*	< 2.3 eV
Mainz (1994-today) *frozen T_2 - source* *electrostat. spectrometer*	< 2.3 eV

MAC-E filter – principle

E Filter – Electro-static filter

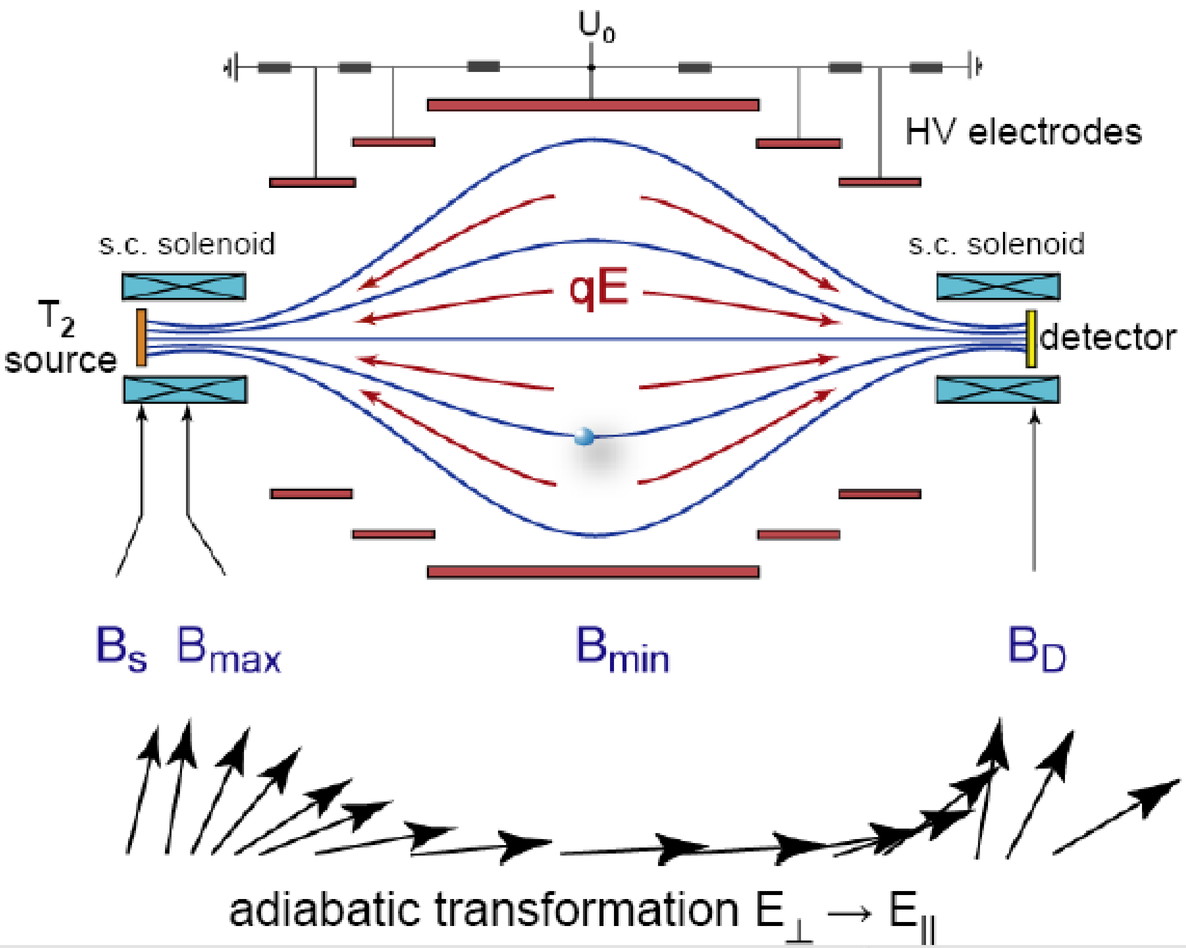
energy analysis by an electrostatic retarding field

variable E-field:
inner electrodes
U_0 = 18.5 – 18.7 kV

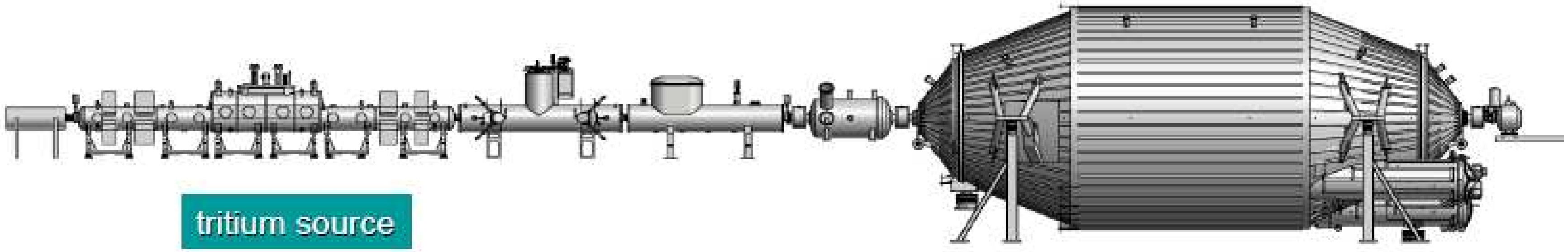
integral transmission
for E > U_0
high pass filter

E Feld || B-Feld

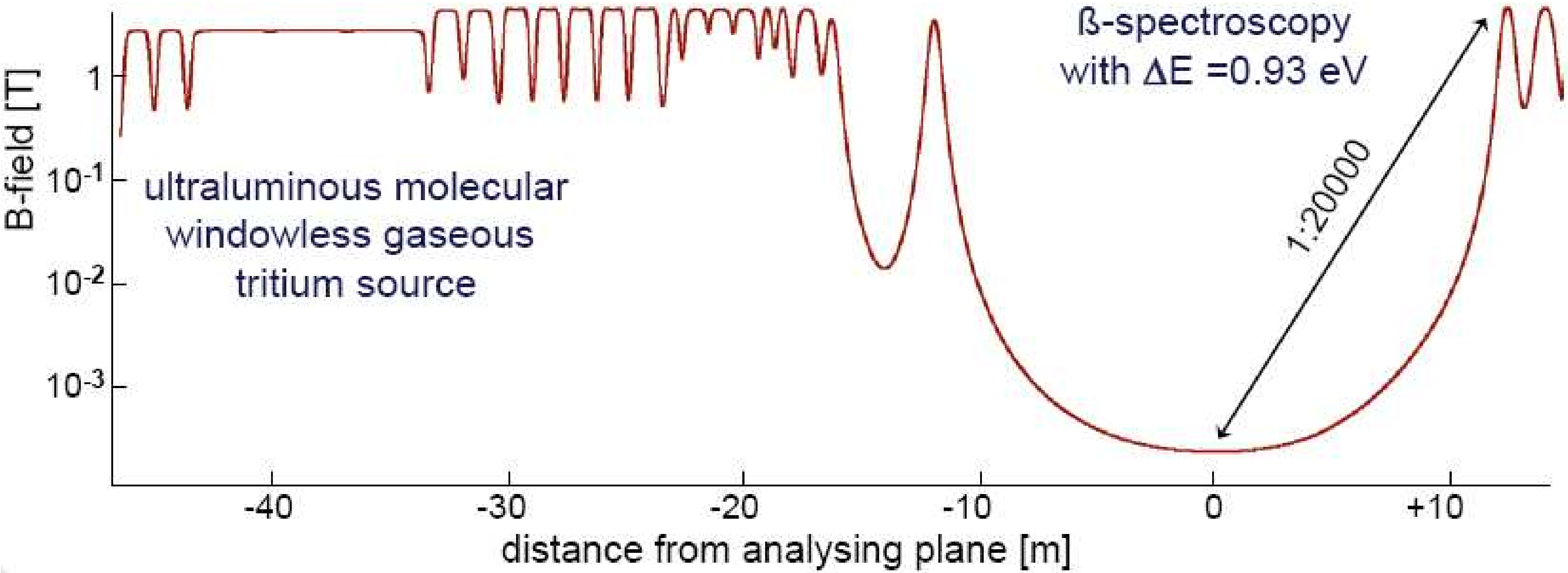
conversion → retarding



KATRIN – a MAC-E filter system

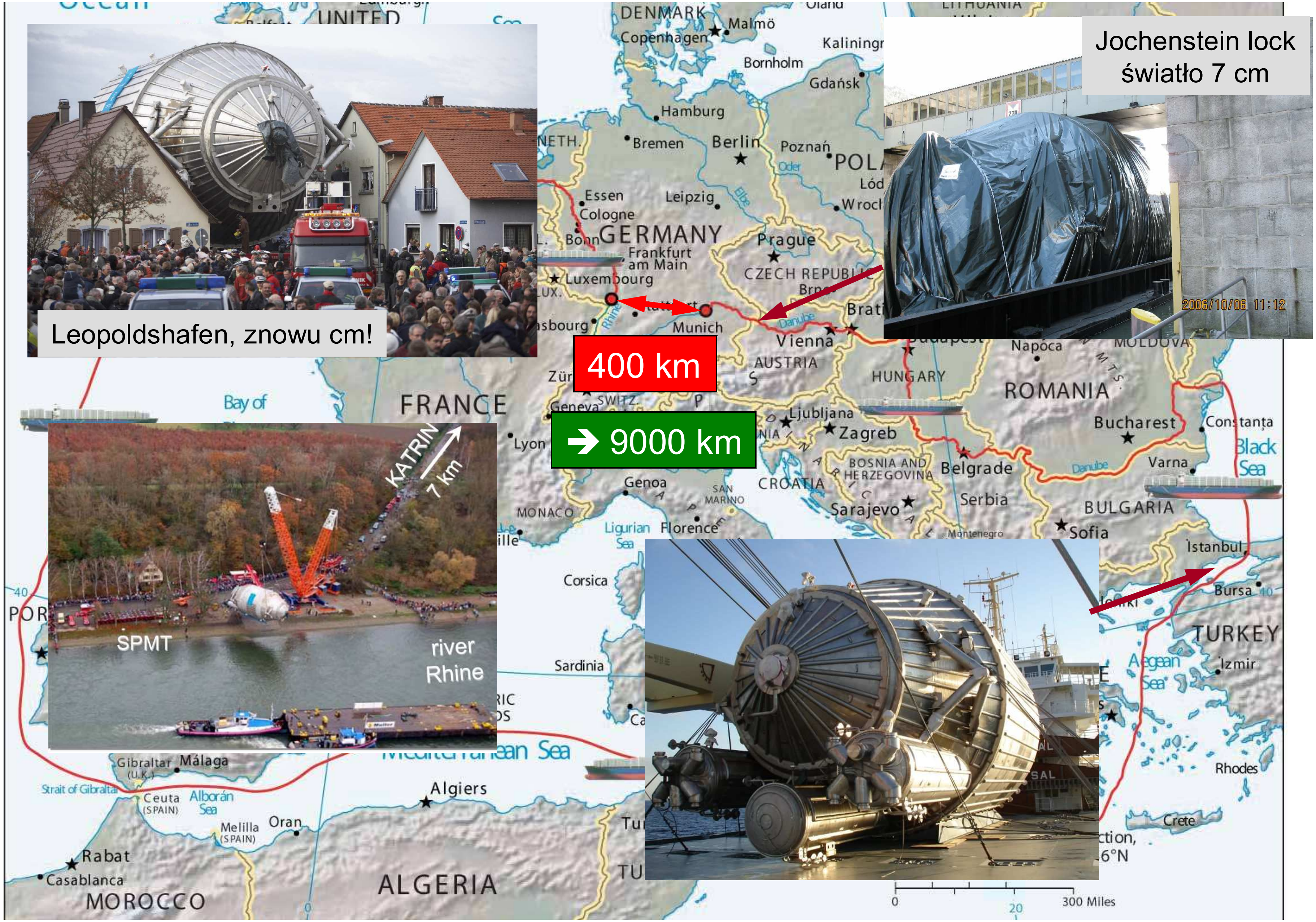


adiabatic particle transport over 70 m



Spodziewana czułość: 0.2 eV (90% CL), początek pomiaru 2012

Transport głównej komory



5. Badanie dziedzictwa kulturowego

Walter Kutchera (Wiedeń)

VERA - Vienna Environmental Research Accelerator

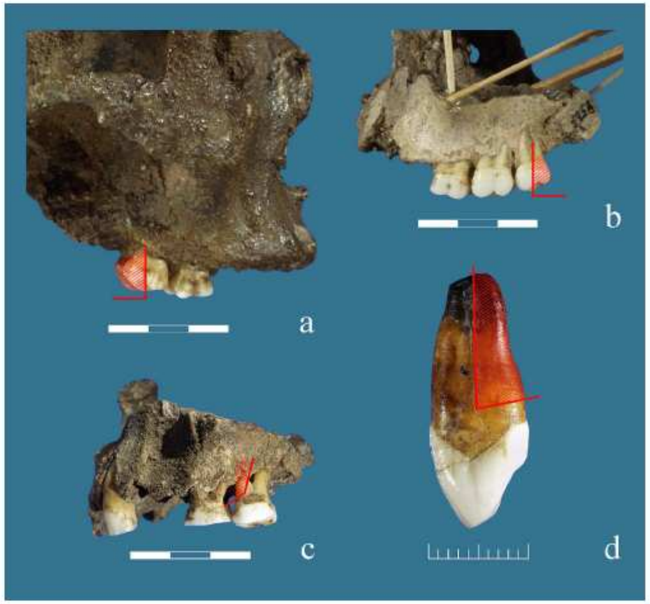
Methods of Nuclear Science

non-destructive is the key

Dating (last 50 000 years)	**^{14}C Dating with AMS (0.1-1 mg C)** Thermo (Opto) Luminescence Electron Spin Resonance Amino Acid Racimization
Material Analysis	Neutron Activation Analysis **Proton Induced X-ray Emission** Proton Induced γ-ray Emission **Rutherford Back Scattering** **Synchrotron X-ray Fluorescence**
Migration & Paleodiet	Mass Spectrometry of Stable Isotopes $^{13}C/^{12}C$, $^{15}N/^{14}N$, $^{18}O/^{16}O$, $^{34}S/^{32}S$, $^{87}Sr(^{87}Rb)/^{86}Sr$, $^{206}Pb(^{238}U)/^{204}Pb$

^{14}C dating of the first appearance of modern humans in Europe

Direct dating of Early Upper Paleolithic human remains from the Mladeč Caves in Moravia (Czech Republic)
Eva Maria Wild et al., *Nature* 435 (2005) 322



Sampled areas for ^{14}C measurements at VERA

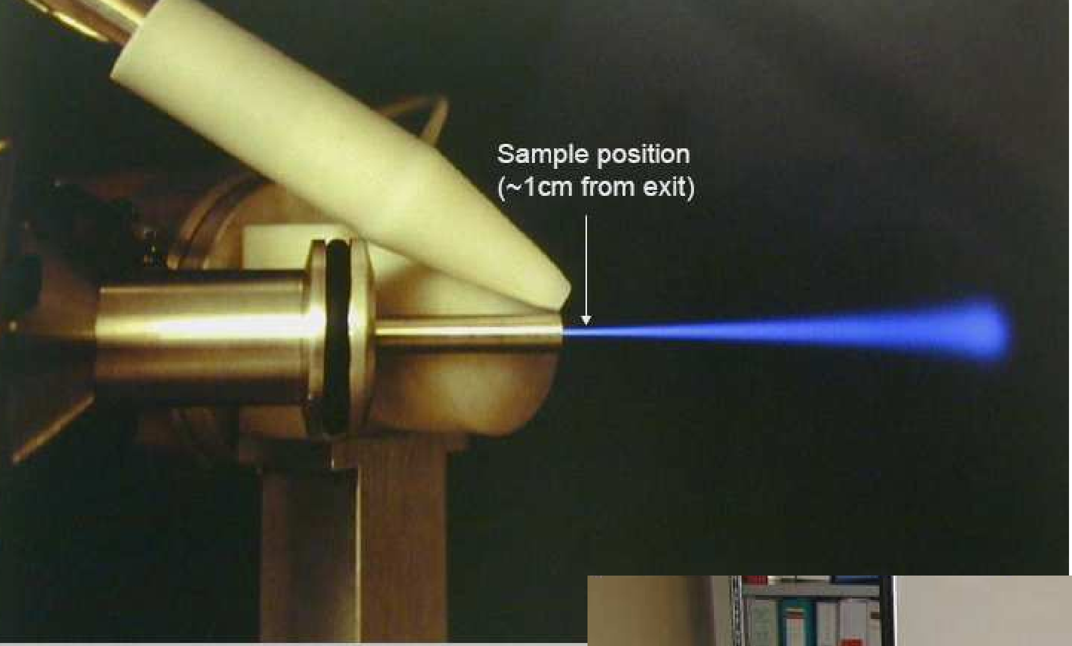
Lab Number	Sample Name	Sample material	^{14}C-age (years BP)
VERA-2736	Mladeč 25c	Ulna	26,330 ± 170
VERA-3073	Mladeč 1	Right molar M2 distal half of the crown	31,190 ± 400
VERA-3074	Mladeč 2	Left molar M3 distal half of the crown	31,320 ± 400
VERA-3075	Mladeč 8	Left molar M2 mesial-buccal root	30,680 ± 380
VERA-3076A	Mladeč 9a	Right maxillary canine, Lingual half of the root (white-coloured collagen)	31,500 ± 410
VERA-3076B	Mladeč 9a	Right maxillary canine, Lingual half of the root (brown-coulored collagen)	27,370 ± 230

Analysing original silverpoint drawings of Albrecht Dürer with Proton-Induced X-ray Emission (PIXE)

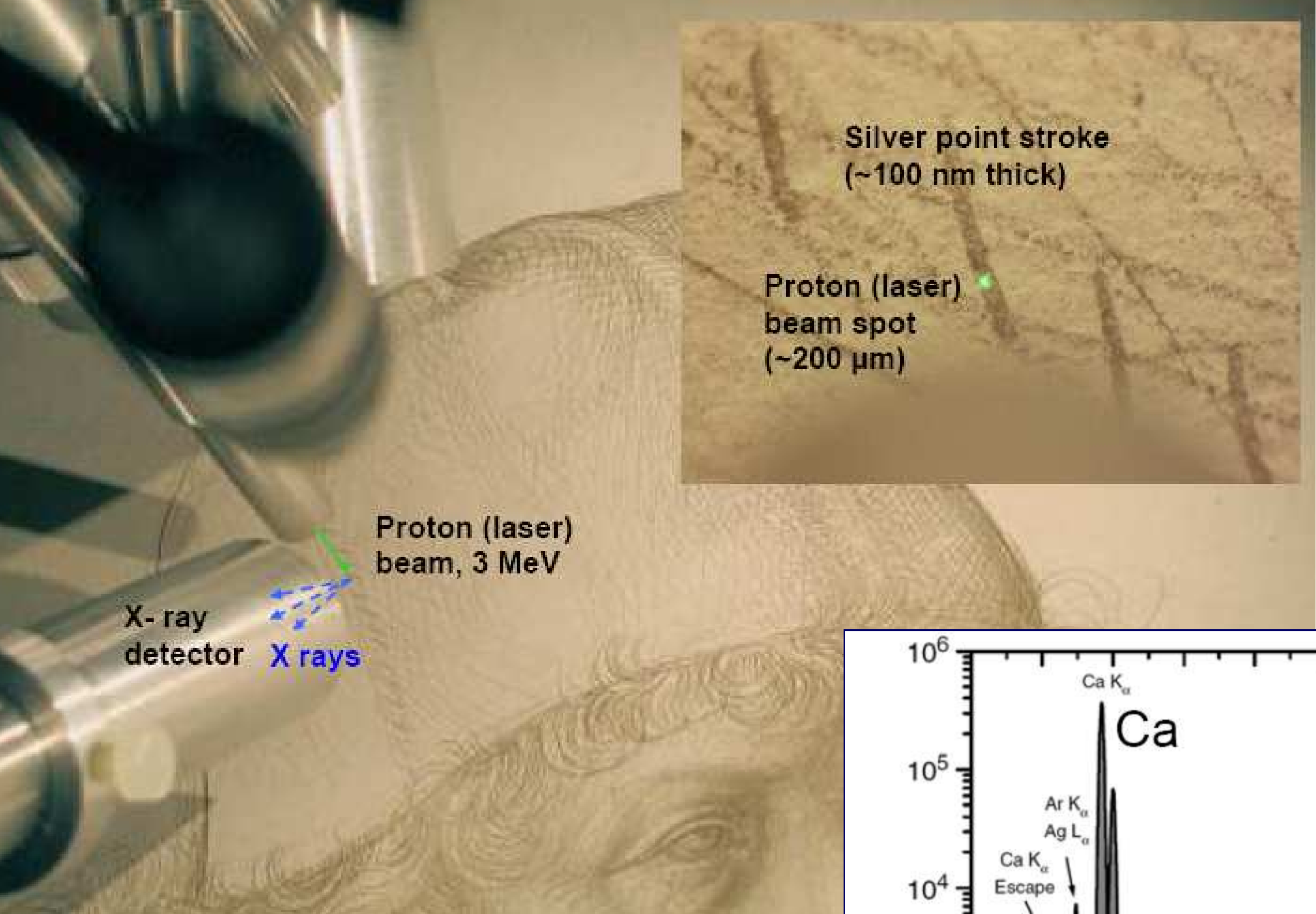
time range ~500 years ago

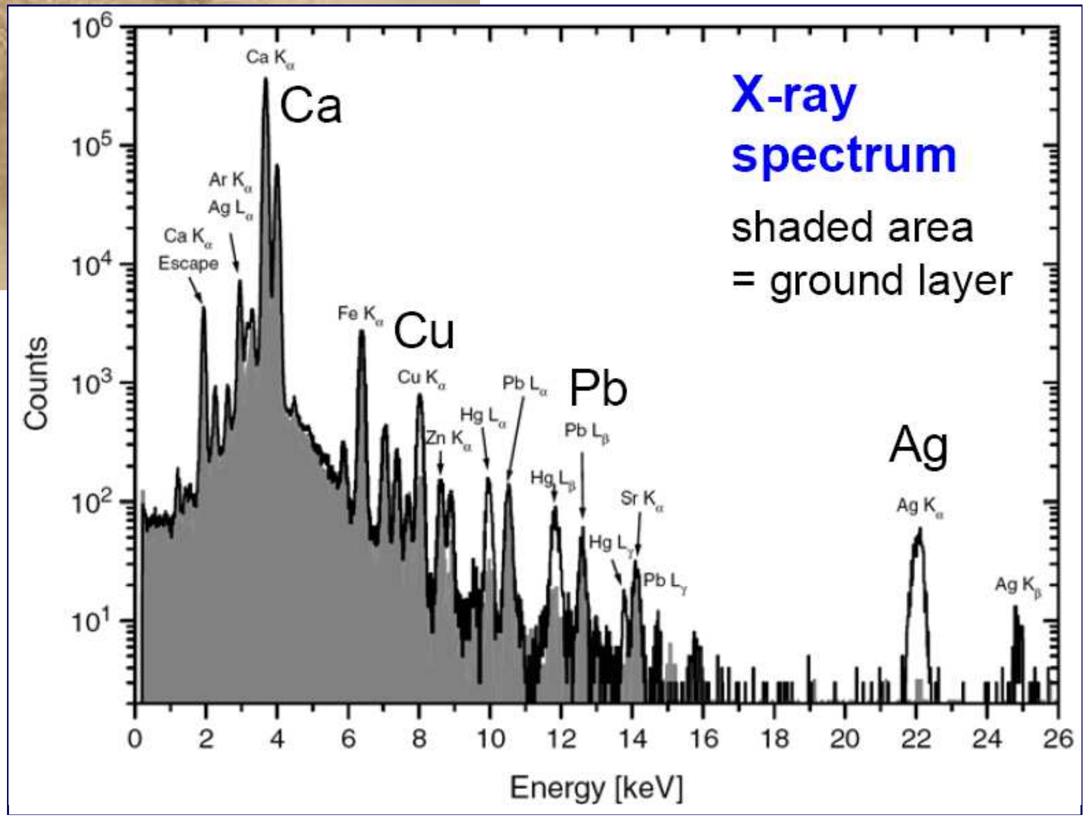
Self portrait of Albrecht Dürer at 13, 1484

Portrait of the Artist's Father, Goldsmith Albrecht Dürer the Elder, 1486



External 3-MeV Proton beam;
(picture by Piero Mando, U


Silver point stroke
(~100 nm thick)
Proton (laser)
beam spot
(~200 µm)
Proton (laser)
beam, 3 MeV
X- ray
detector
X rays


X-ray
spectrum
shaded area
= ground layer
Ca
Cu
Pb
Ag
Ca Kα
Ar Kα
Ag Lα
Ca Kα
Escape
Fe Kα
Cu Kα
Zn Kα
Hg Lα
Pb Lα
Pb Lβ
Hg Lβ
Sr Kα
Hg Lγ
Pb Lγ
Ag Kα
Ag Kβ
Counts
Energy [keV]

Girl in Costume of Cologne; Agnes Dürer (1521)
Silverpoint on Paper, Albertina

Lying Lion (1521)
Silverpoint on Paper, Albertina

W dużym skrócie:

- Istnienie antymaterii można wywieść z twierdzenia CPT, które z kolei wynika z relatywistycznej kwantowej teorii pola (RQFT).

- Nie jest jednak pewne, że symetria CPT jest ścisła. Są wskazówki, że symetria ta załamuje się w skali Plancka (10^{19} GeV)

- Relatywistyczna kwantowa teoria strun, która może okazać się teorią bardziej podstawową niż RQFT, nie wykazuje symetrii CPT.

- Ostatecznie, rozstrzygnięcie pytania o istnienie antymaterii należy do eksperymentu.

➔ Antydeuterony po raz pierwszy wytworzono w CERNie w reakcji p + Be. Identyfikacja poprzez pomiar $B\rho$ i TOF.
Wydajność reakcji 10^{-8} $\bar{\mathrm{d}}/\pi^{-}$

Massam et al., Nuovo Cimento 39 (1965) 10.