

Accelerators and particle detectors around us

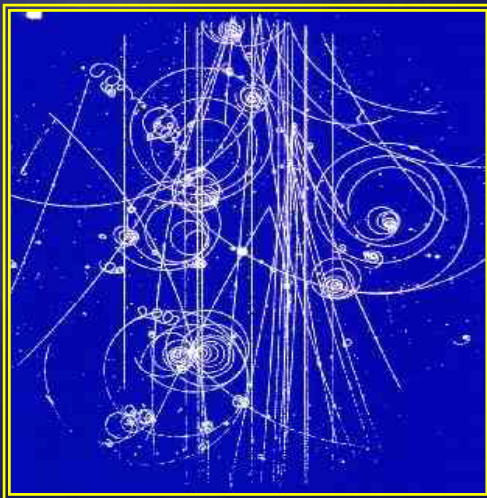
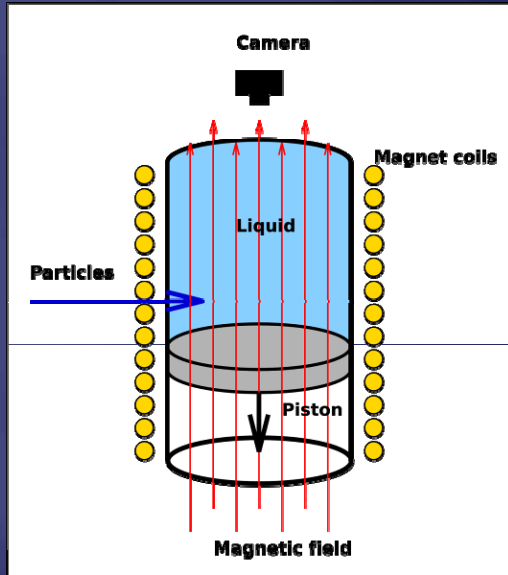
Akceleratorzy i detektory cząstek wokół nas



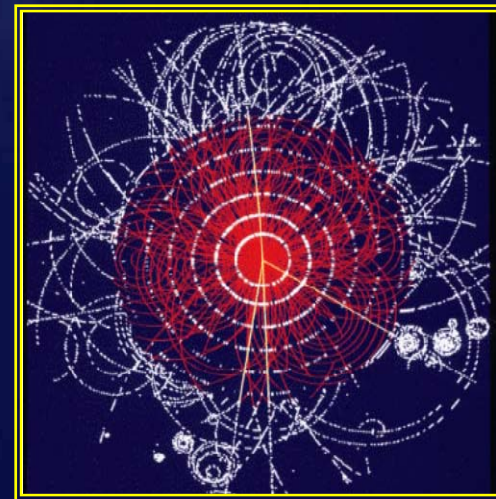
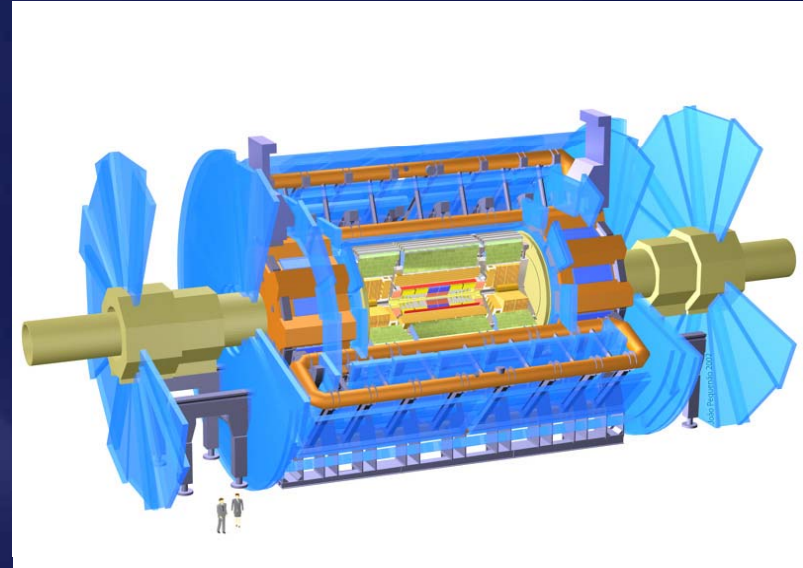
Sławomir Wronka, 04.04.2008r

Detektory

Wczoraj



Dziś

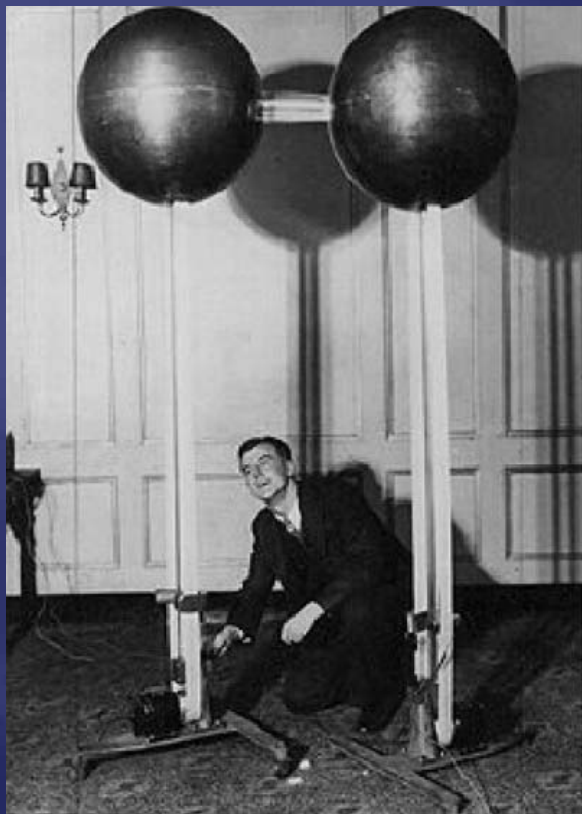


2008-04-04

dr Sławomir Wronka, IPJ

Akceleratorzy

Wczoraj



Dziś

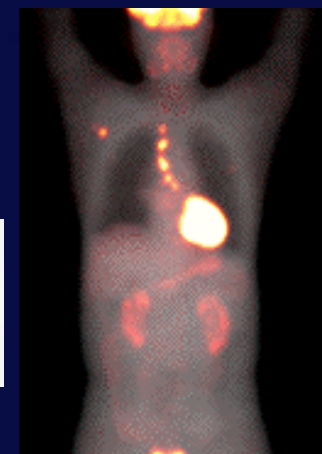


2008-04-04

dr Sławomir Wronka, IPJ

Gdzie znajdziemy akceleratory i detektory ?

- ▣ Badania naukowe
- ▣ Medycyna
- ▣ Przemysł
- ▣ Ochrona granic
- ▣ Archeologia
- ▣ Ochrona zabytków
- ▣ Ochrona środowiska
- ▣ ...



Medycyna – oddzielny wykład

- ▣ Diagnostyka
- ▣ Sterylizacja sprzętu
- ▣ Terapia
 - Radioterapia „standardowa”
 - Radioterapia hadronowa
 - Wykorzystanie neutronów



Sterylizacja

Sterylizacja radiacyjna materiałów jest prowadzona w celu zabicia drobnoustrojów i ich form przetrwalnikowych. Proces wykorzystuje silne właściwości bakteriobójcze promieniowania jonizującego.

Sterylizacja

Główne zalety sterylizacji radiacyjnej to:

1. Prostota procedury
2. Realizacja wyjąławiania w temperaturze pokojowej
2. Szybkość operacji
3. Stosowanie całkowicie szczelnych opakowań
4. Nieobecność zanieczyszczeń po sterylizacji.



Sterylizacja

- ▣ Sterylizacja radiacyjna nie wywołuje radioaktywności w napromieniowanym produkcie, jest więc pod tym względem całkowicie bezpieczna.
- ▣ Czynnikiem sterylizującym mogą być przyspieszone elektrony lub promieniowanie gamma. Oba źródła energii charakteryzują się wysoką efektywnością wyjaławiania.
- ▣ IChTJ jest ośrodkiem wykonującym sterylizację radiacyjną wysokoenergetycznymi elektronami.

Napromienianie żywności

- ▣ Radiacyjna metoda konserwacji żywności



- ▣ Wiązka e^- max. 10MeV, fotony max. 5MeV.

Napromienianie żywności

- ▣ Zapobieganie psuciu się żywności poprzez eliminację bakterii, pleśni, grzybów i pasożytów powodujących jej rozkład
- ▣ Eliminacja drobnoustrojów chorobotwórczych do poziomu zapewniającego bezpieczeństwo konsumpcji
- ▣ Przedłużenie okresu składowania świeżych owoców i warzyw poprzez hamowanie naturalnych procesów biologicznych - dojrzewania, kiełkowania itp.
- ▣ Niezastąpione w przypadku np. przypraw, suszonych warzyw - **eliminowanie konieczności stosowania chemicznych środków konserwujących.**

Napromienianie żywności

- ▣ Prowadzone od wielu lat badania naukowe udowodniły, że poddana obróbce radiacyjnej żywność zachowuje wartość odżywczą oraz jest bezpieczna pod względem toksykologicznym i bakteriobójczym.
- ▣ Specjalny symbol



Truskawki



Non-irradiated
After 7 days storage



Electron beam irradiated
After 17 days storage

▣ Cebulka



Ale... są też wady:

- ▣ Poddawanie napromieniowaniu żywności zanieczyszczonej mikrobiologicznie i wprowadzanie jej do obrotu jako czystej i świeżej. Promieniowanie jonizujące, podobnie jak inne metody, zabija drobnoustroje, ale pozostawia ich toksyczne produkty przemiany materii.
- ▣ Poddawanie działaniu promieniowania jonizującego świeżych owoców i warzyw może być mylące dla konsumenta przy ocenianiu ich świeżości i stopnia dojrzałości.
- ▣ Wydłużanie trwałości i czasu przechowywania leży wyłącznie w interesie przedsiębiorcy, a nie konsumenta.
- ▣ **Dyskusja trwa ...**

Kontrola populacji szkodników

- ▣ Napromieniowanie samców obniża liczebność następnego pokolenia.
- ▣ Musimy złapać, naświetlić i wypuścić odpowiednio dużo osobników konkurujących o samice z grupą nienaświetloną.

Some Initial Successes:

Screwworm Fly Eradication



Eradication---North America, Central America, Libya

TSETSE: THE SCOURGE OF AFRICA

- 50-60 million at risk
- Over 300,000 infected
- 30,000 new infections annually
- No vaccine, no new drug being developed



SLEEPING SICKNESS in humans



NAGANA in cattle

**direct loss
estimated at
1.2 billion /year**



STERILE INSECT TECHNIQUE FOR INSECT PEST CONTROL

Mediterranean fruit fly:

- ◆ Mexico - eradicated
- ◆ California - eradicated
- ◆ Chile - eradicated in 1997; US \$ 500 million/year benefit



Ochrona środowiska

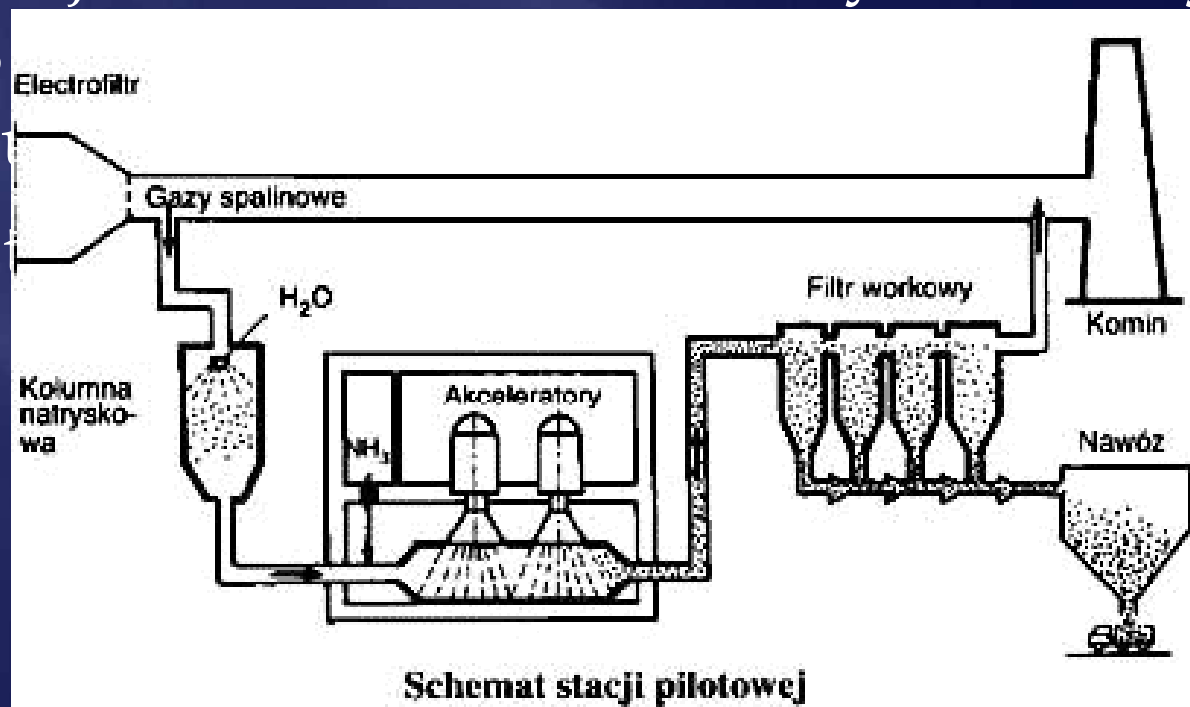
Usuwanie SO_2 i NO_x z gazów odlotowych przy
użyciu wiązki elektronów

Technologia opiera się na wzbudzeniu cząsteczek gazu za pomocą wiązki elektronów. SO_2 i NO_x są utleniane i reagują z parą wodną tworząc kwasy, które neutralizuje się amoniakiem. Otrzymany stały produkt jest handlowym nawozem sztucznym stosowanym w ogromnych ilościach.

Ochrona środowiska

- W ciepłowni Kawęczyn zbudowana została duża stacja pilotowa.
- Wydajność usuwania zanieczyszczeń wynosi 98%

Nas



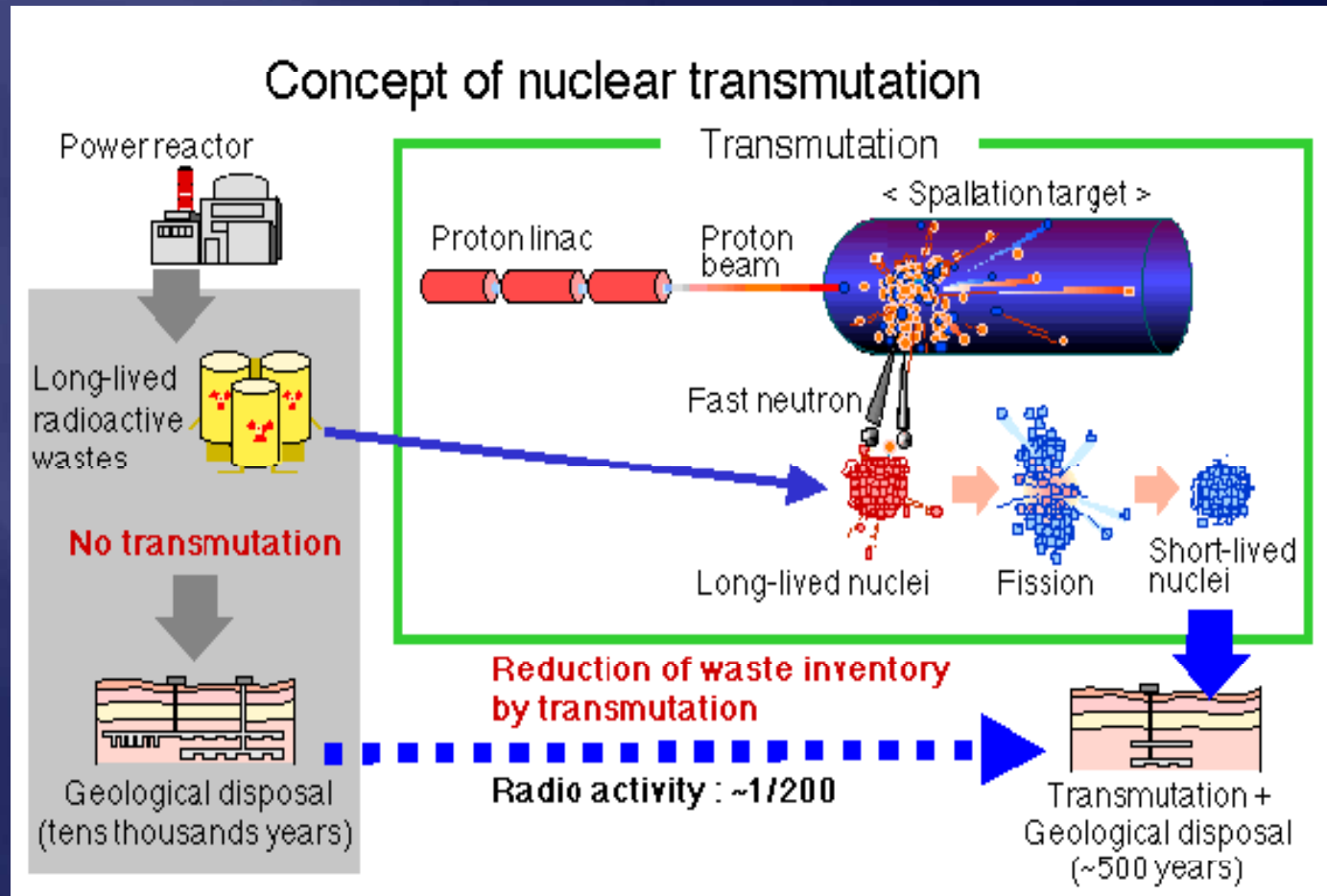
ności od
orzany

Schemat stacji pilotowej

Industrial and Pilot Plants of Cleaning Flue Gases from Power Stations by Electron Beam

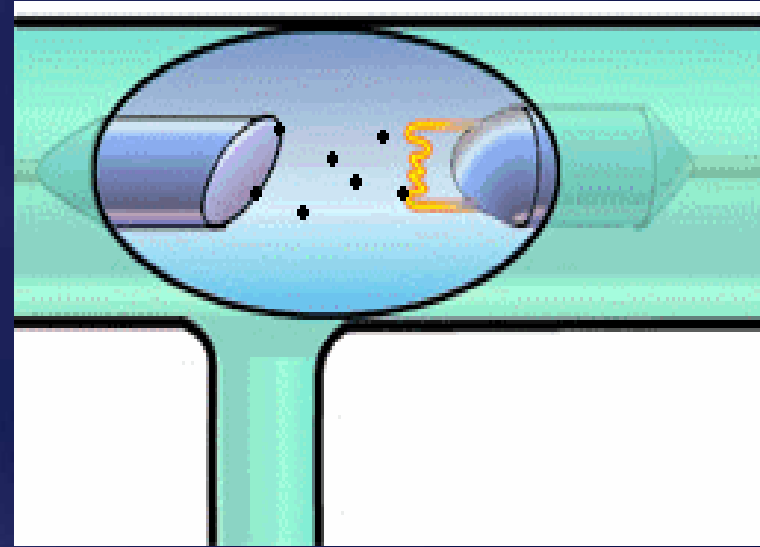
	m³/hour	Fuel	
China 1	300,000	coal	in operation
2	300,000	coal	in operation
3	300,000	coal	under construction
Poland	270,000	coal	in operation
Bulgaria	10,000	coal	in operation

Transmutacja odpadów nuklearnych





**Wilhelm Conrad
Röntgen (1845-1923)**



Promieniowanie X

***Jedno z największych osiągnięć
dla medycyny***

From D. Robin

2008-04-04

dr Sławomir Wronka, IPJ



**Bertha Röntgen
8 Nov, 1895**



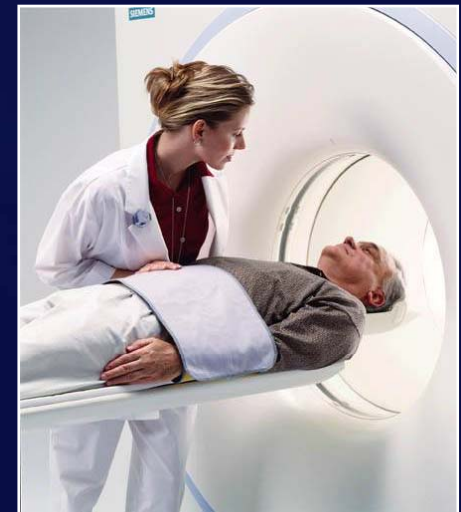
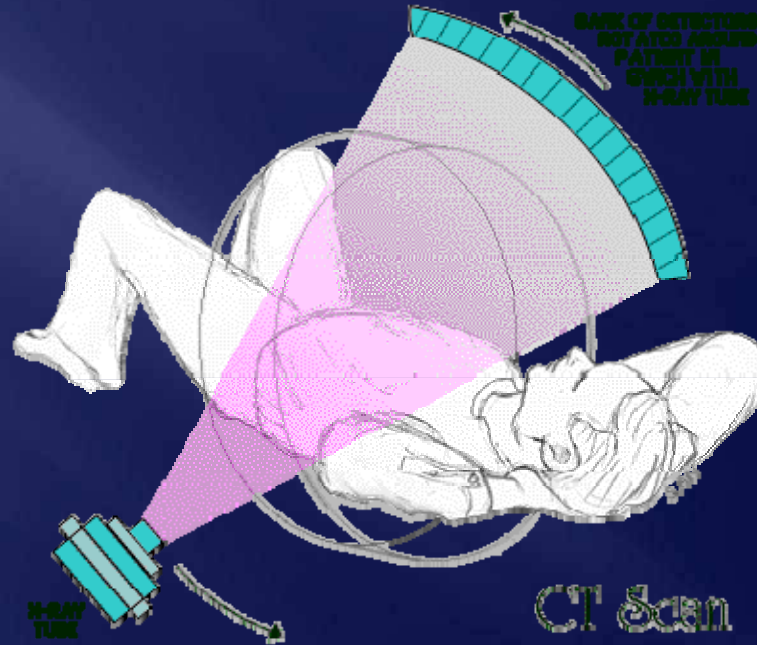
**Zdjęcie
współczesne**



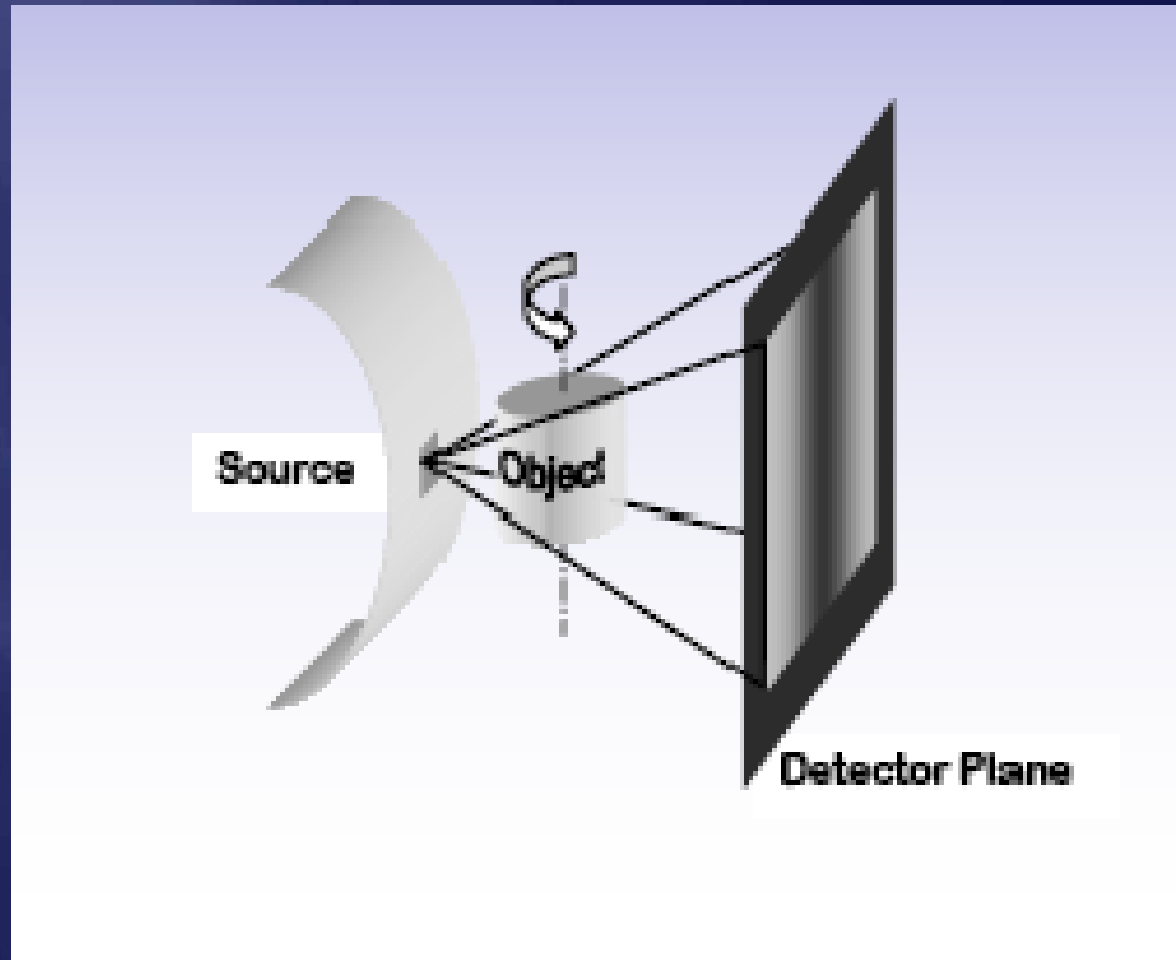
2008-04-04

dr Sławomir Wronka, IPJ

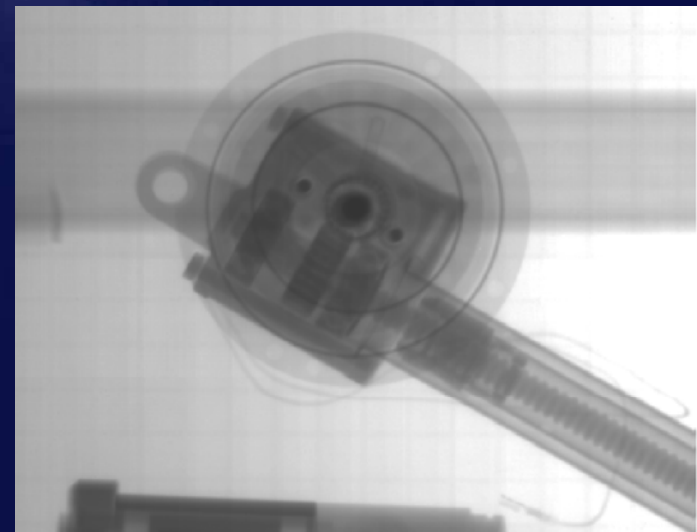
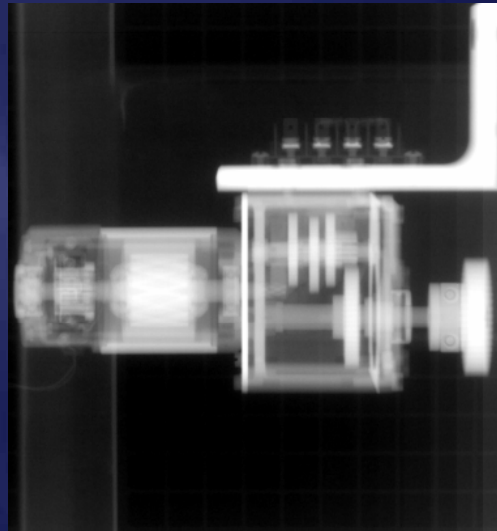
Tomografia komputerowa - CT



Radiografia /radioskopia/



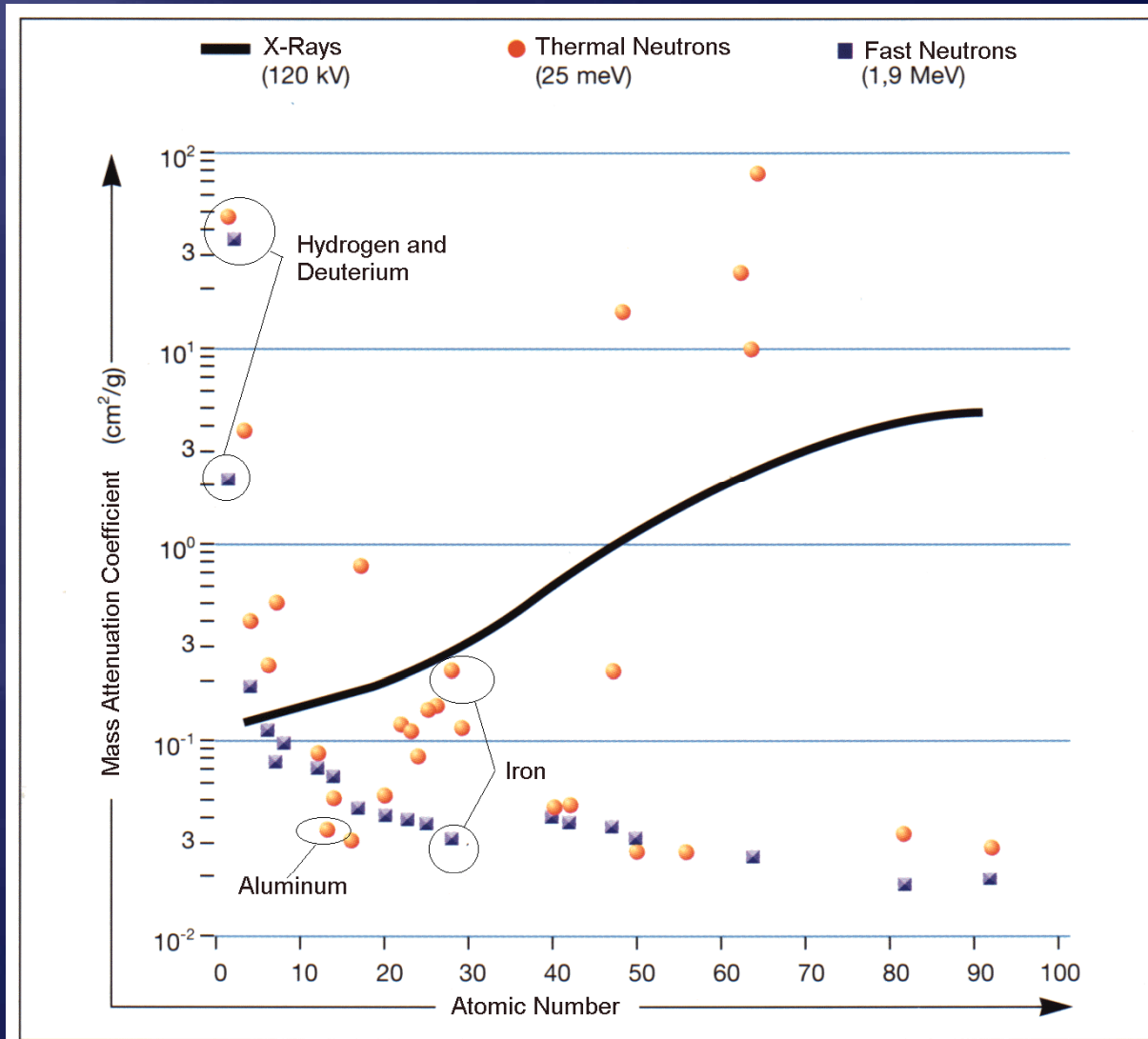
Radiografia X – akceleratorzy e⁻ do ~15 MeV



2008-04-04

dr Sławomir Wronka, IPJ

X vs neutrony



Radiografia neutronowa



Przykład

B. Schillinger

TUM

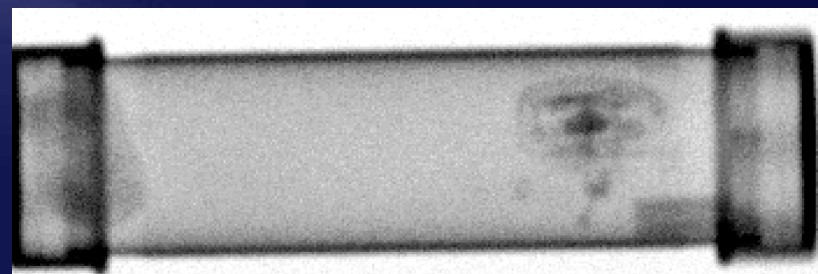
obiekt



promienie X - 150 keV



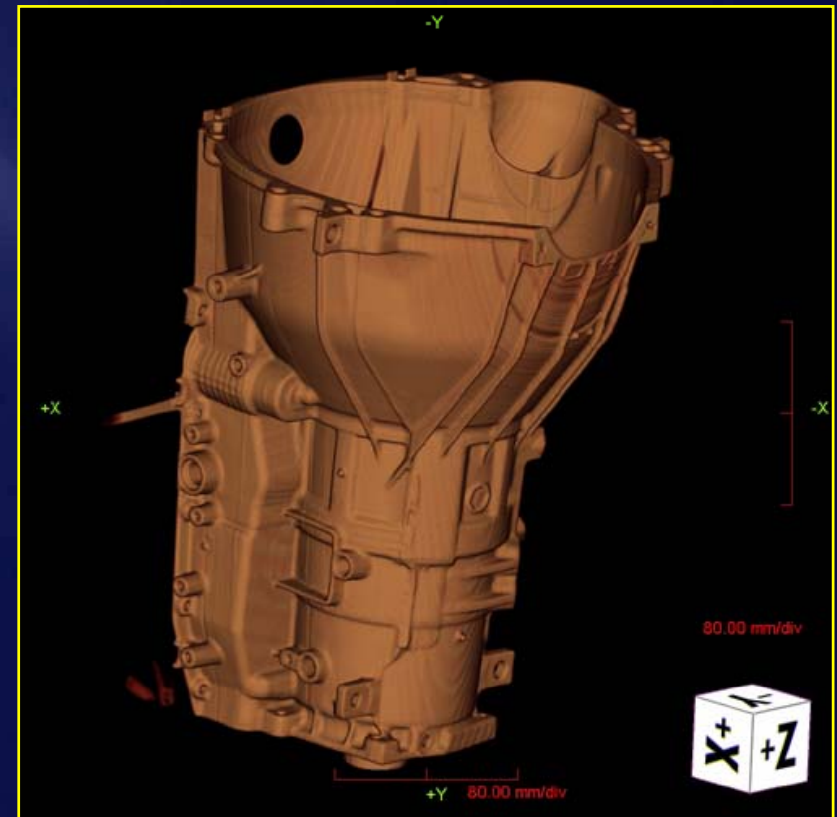
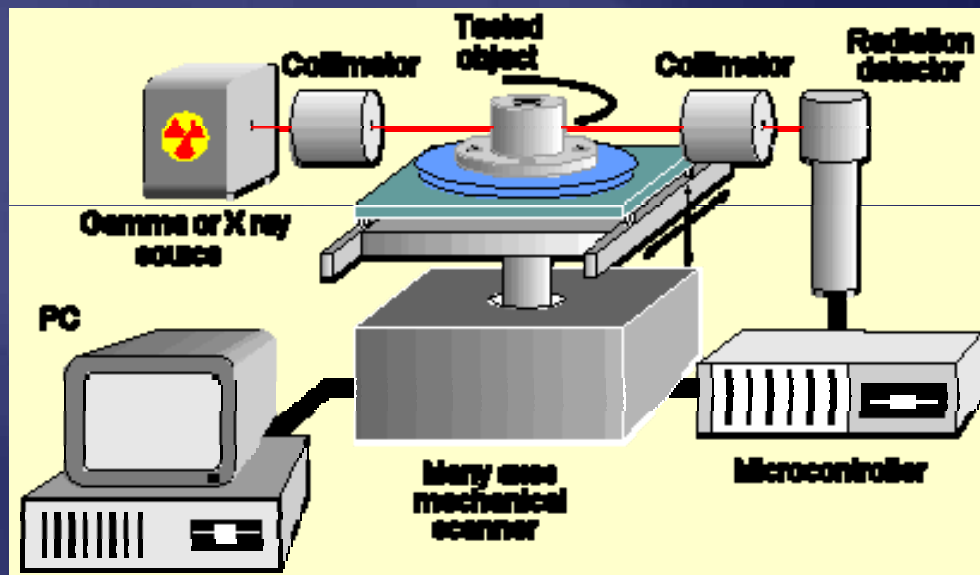
promienie γ - 1.25 MeV



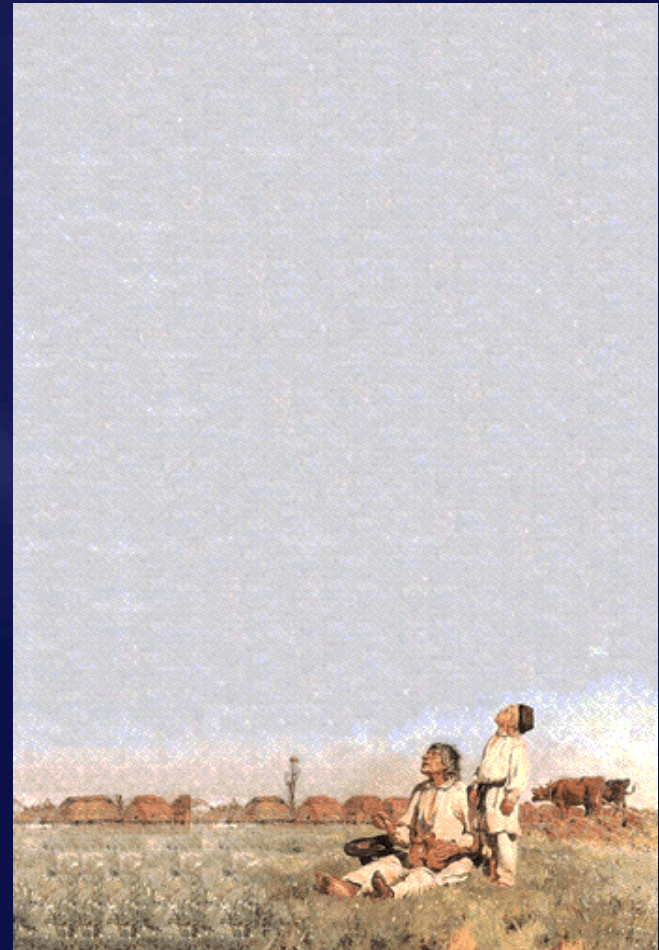
neutrony termiczne



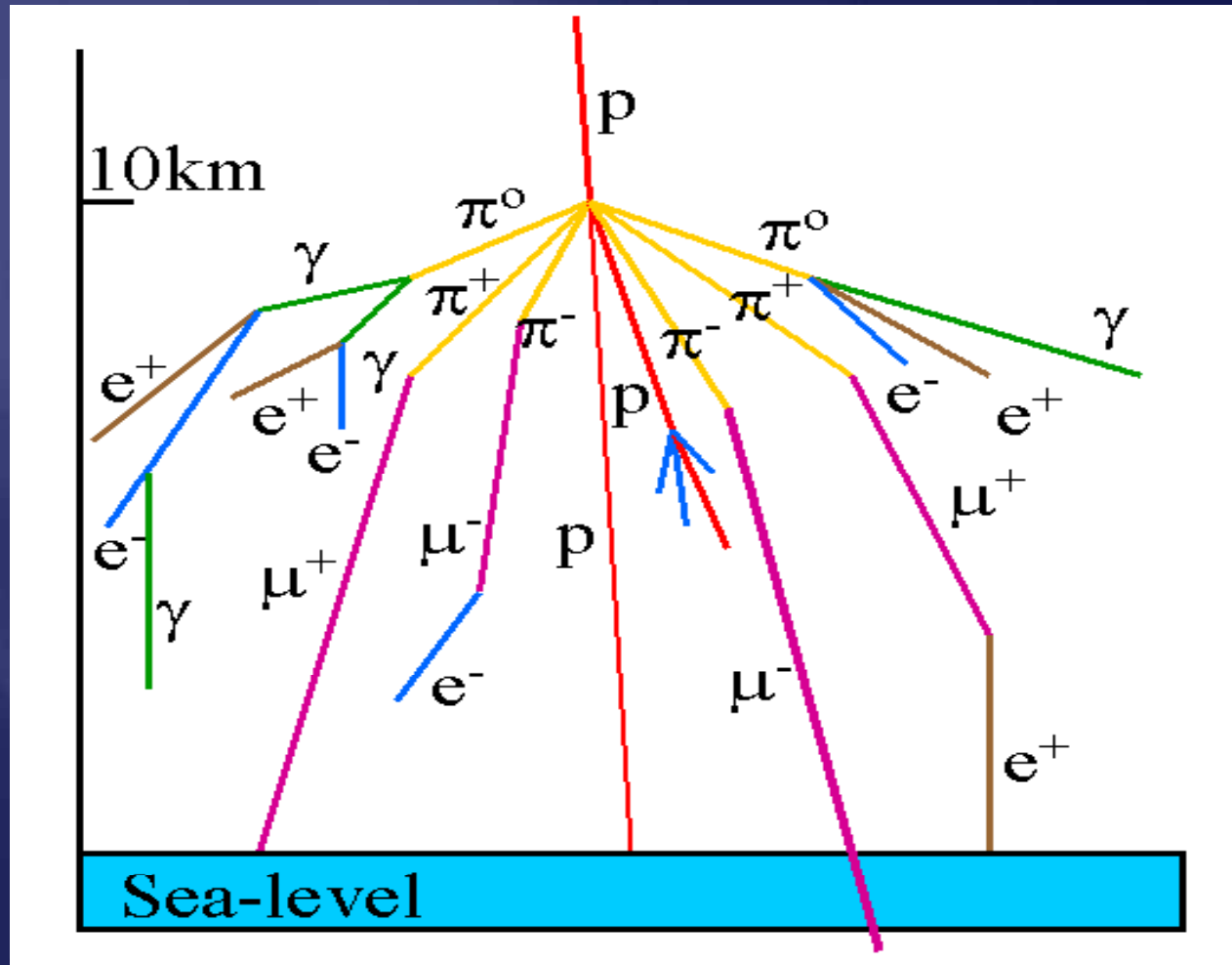
Krok do przodu – tomografia przemysłowa



Radiografia mionami i neutrinami

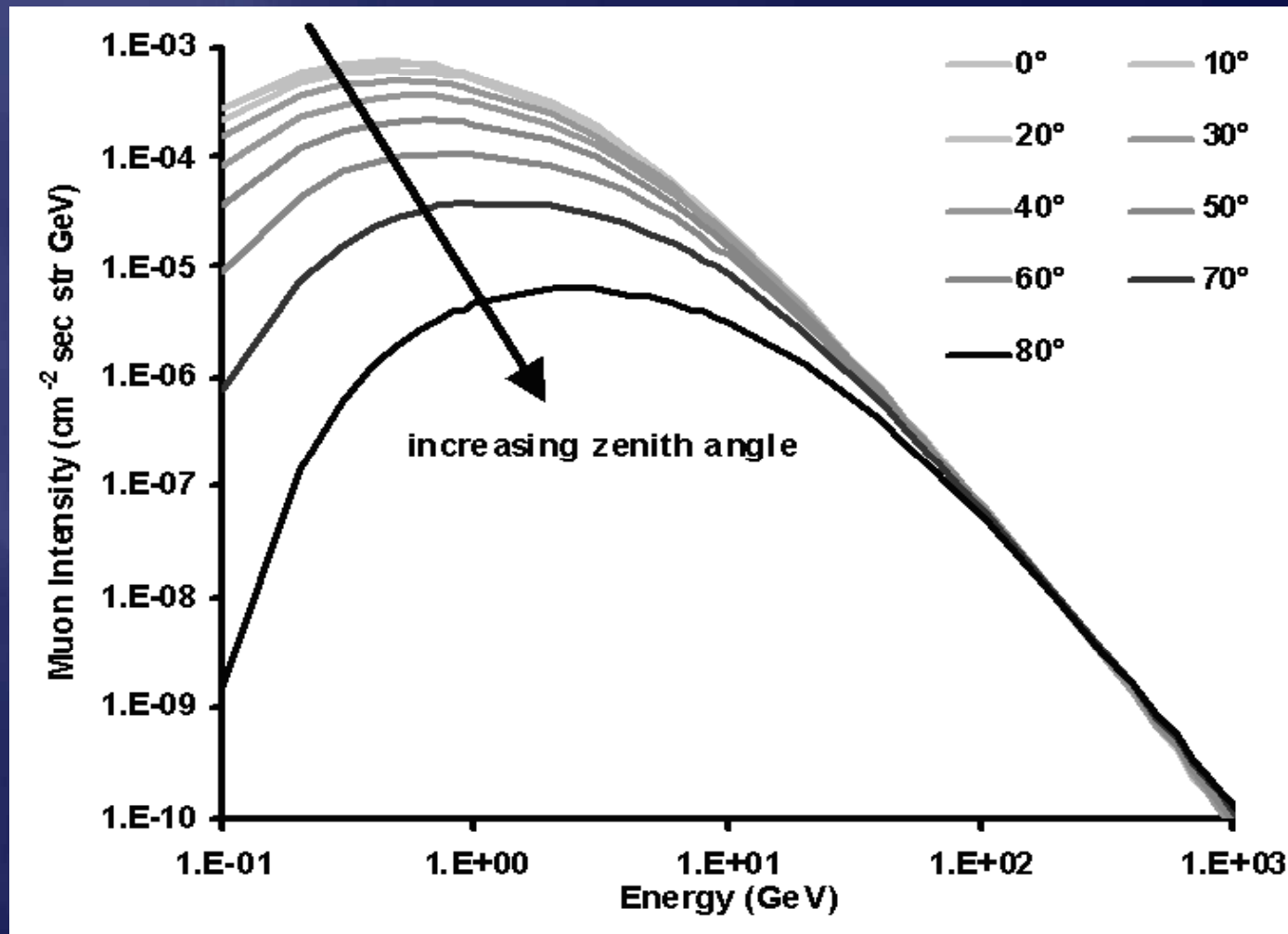


Deszcz promieniowania kosmicznego

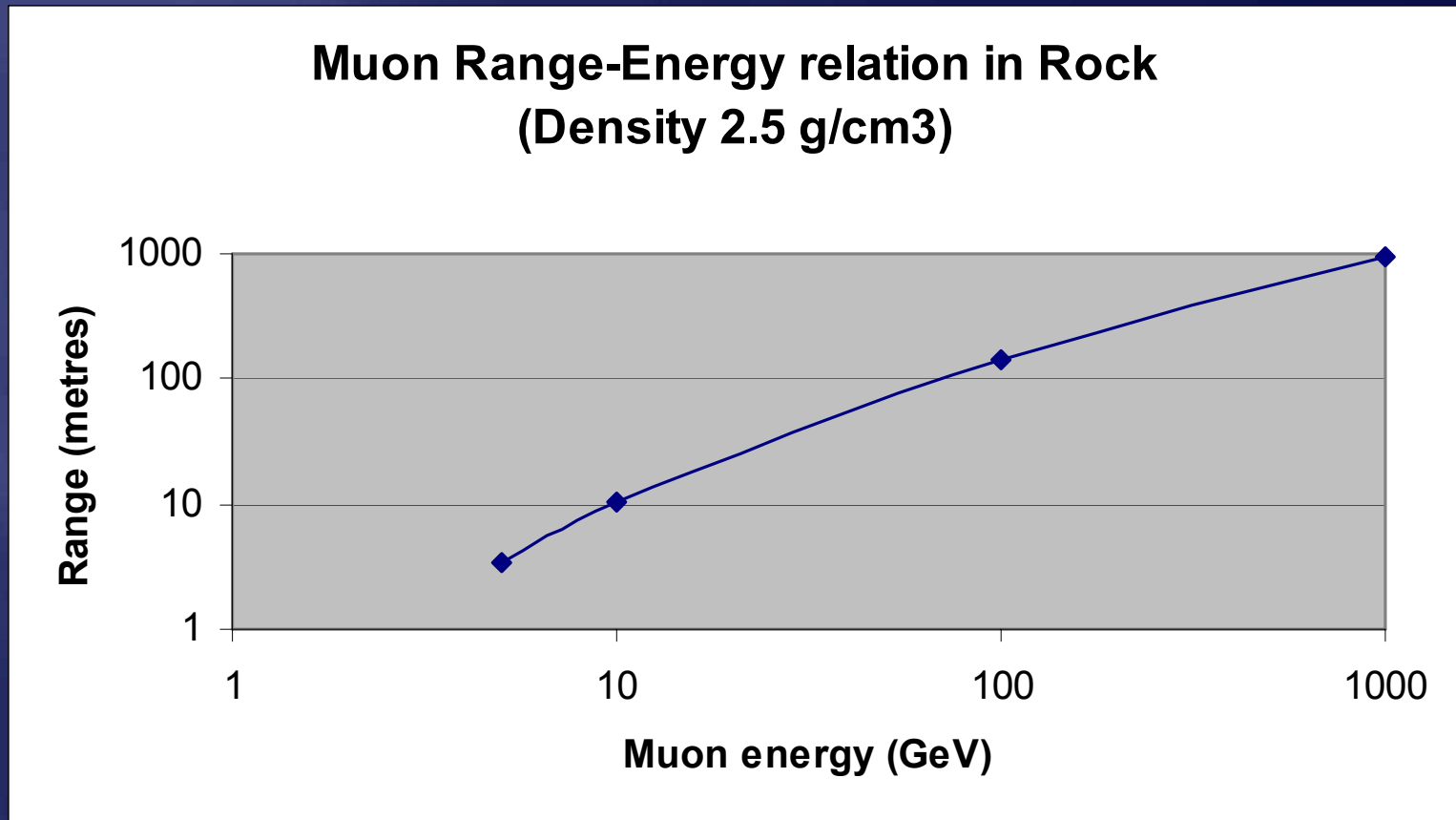


Sea level muon intensity
 $10,000 \text{ m}^{-2} \text{ min}^{-1}$

Cosmic Ray Muon Spectra

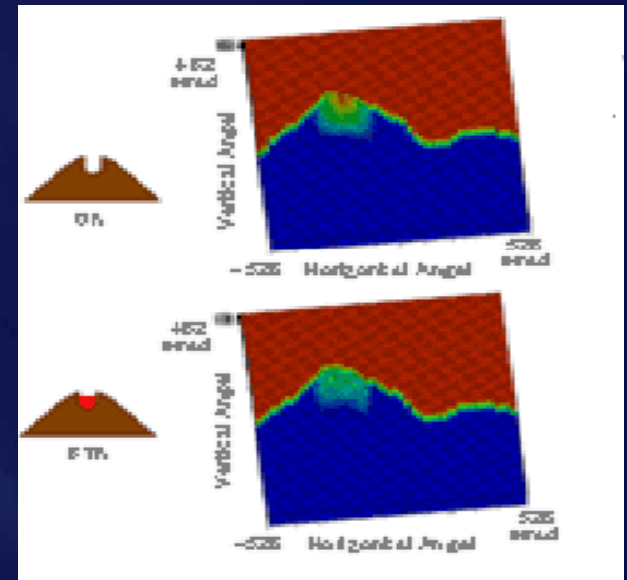
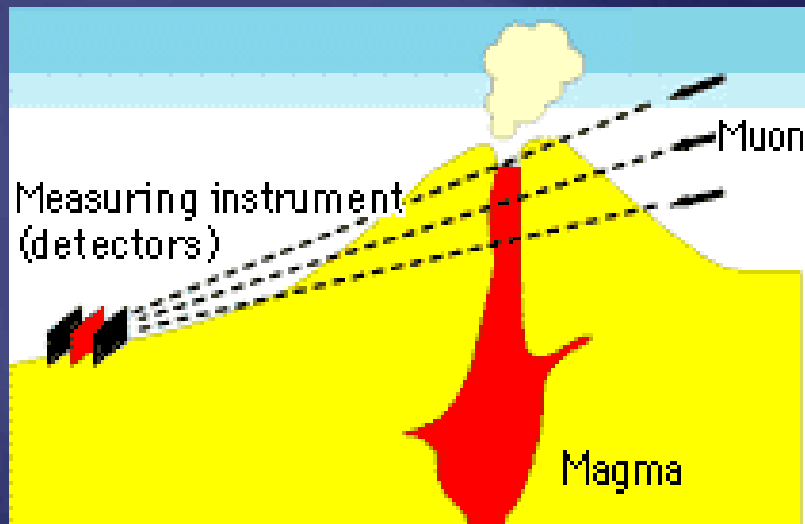


Muon Range versus Energy



Walter Gilboy, Paul Jenneson, Stefaan Simons, Steven Stanley, Dominic Rhodes

Radiografia mionowa aktywnego wulkanu



Mt. Asama

Mt. Iwate – Japonia

Czy to bajka ?



Lata '60 – seria eksperymentów w poszukiwaniu „ukrytych komnat” w piramidzie Chefrena (Giza, Egipt).

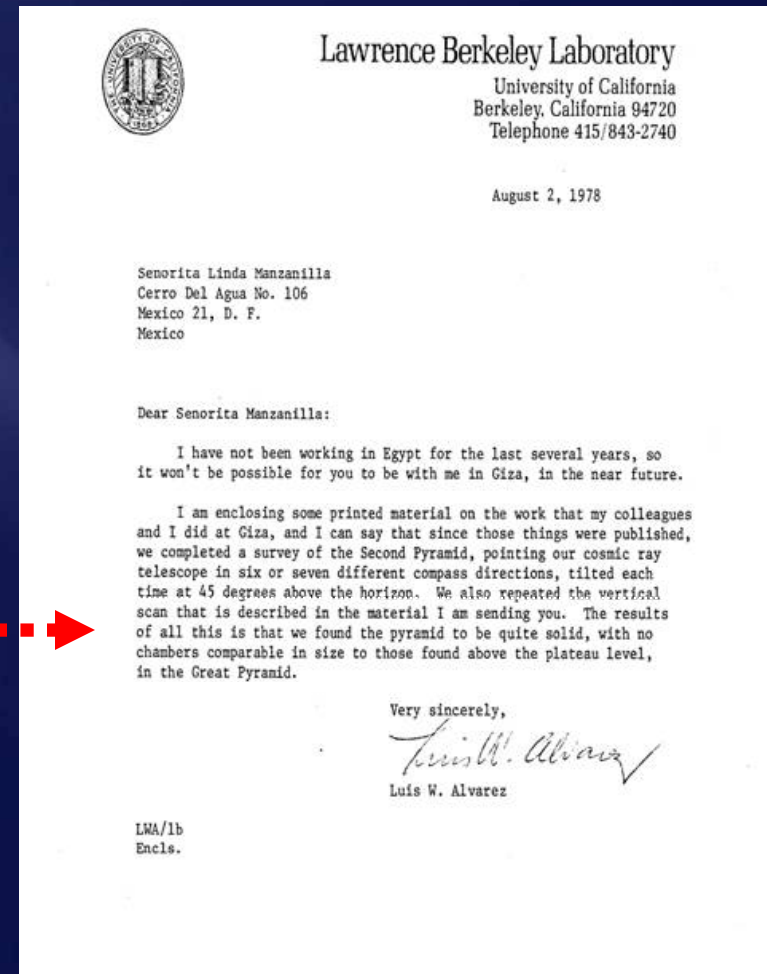
Metoda

- ▣ Miony przechodząc przez „pustą” komorę tracą oczywiście mniej energii.
- ▣ Detektor „pod spodem” powinien zaobserwować różnicę wskazań, jeżeli nad nim znajduje się ukryta komora.



The Alvarez Experiment: Final results of the project

- ▣ Alvarez wrote that “the results of all this is that we found the pyramid to be quite solid, with no chambers comparable in size to those found above the plateau level, in the Great Pyramid.”



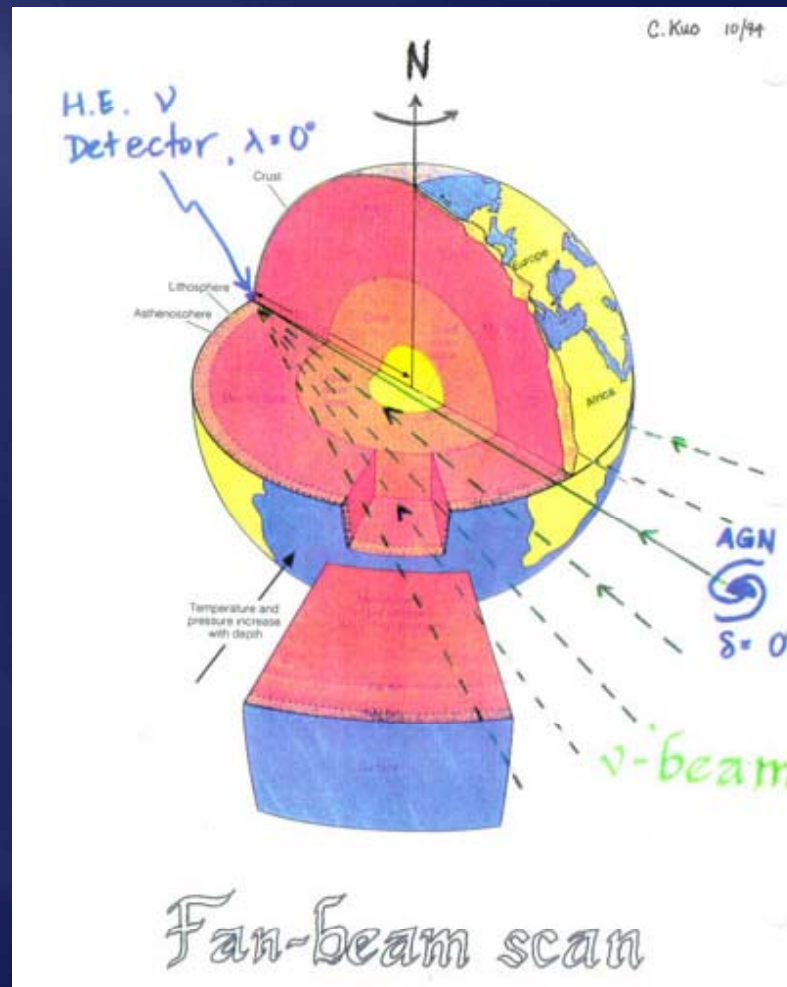
Badania są kontynuowane



Teotihuacan, Meksyk.
Piramida Słońca.

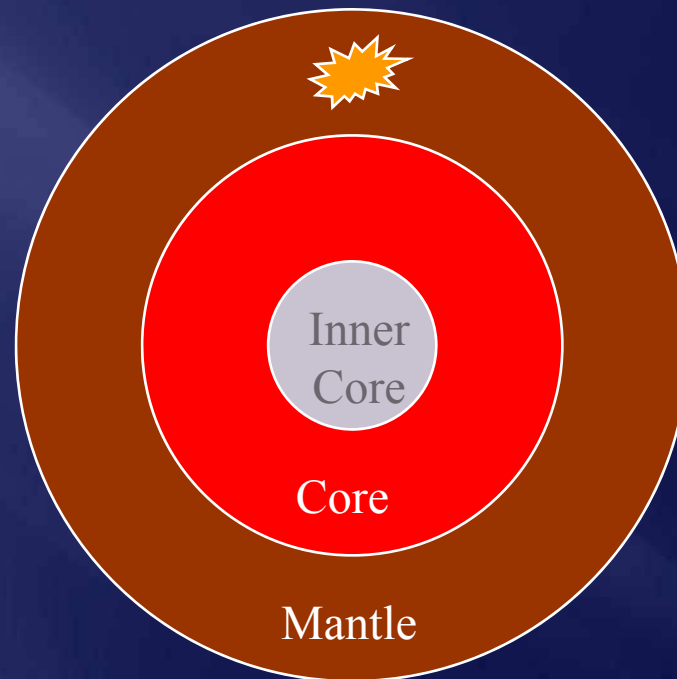
Mieszkańcy opuścili miasto z nieznanych powodów ~700r, odkryte przez Azteków ~1300r. Detektory mionów pozwolą na wykonanie obrazów 3D wewnętrznej struktury piramidy.

Tomografia neutrinowa !



<http://aether.lbl.gov/www/projects/neutrino/tomo/KUOC-TOMOGRAPHY-m.JPG>

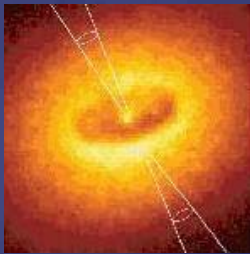
Tomografia neutrinowa



- ▣ Neutrino oscillation tomography (NOT)
- ▣ Neutrino absorption tomography (NAT)

Neutrino absorption tomography (NAT)

Neutrino source



- Atmospheric
- Cosmic
- TeV neutrino beam?

Neutrino propagation



- ▣ Weak interactions damp initial flux by absorption/ deflection/ regeneration
 - Integrated effect leads to attenuation (different for muon and tau neutrinos)
- ▣ Depends on nucleon density

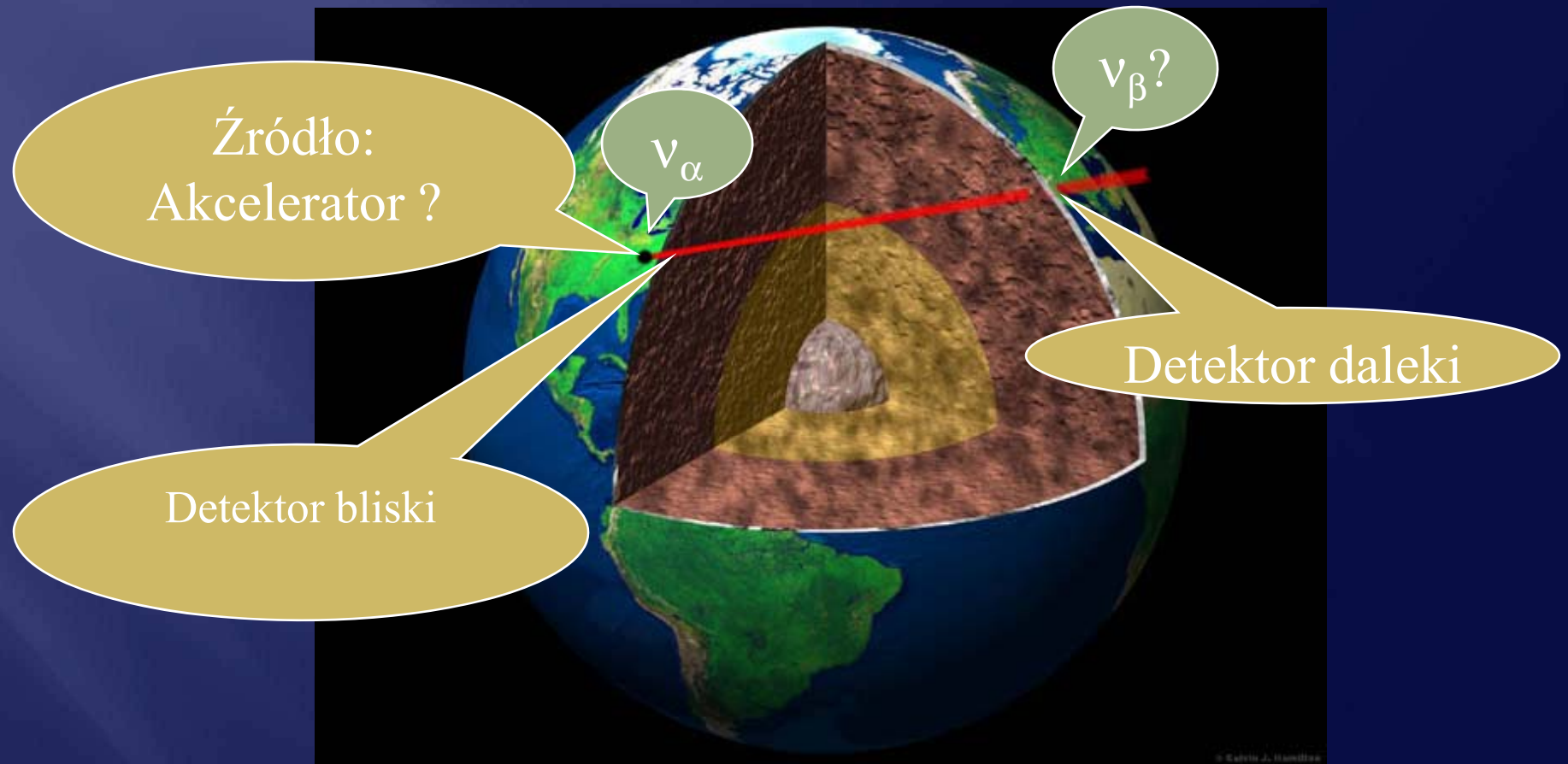
Neutrino detection



- Deep- sea neutrino detectors
- Moving detectors?

Walter Winter

Neutrino oscillation tomography (NOT)



Oscylacje neutrin zależą od oddziaływań z materią. Usiłujemy znaleźć właściwości materii...

„Obróbki” radiacyjne

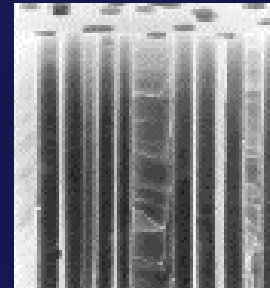
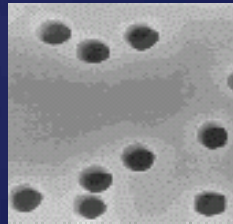
- ▣ Sieciowanie polimerów, głównie polietylenu w postaci rur i taśm termokurczliwych



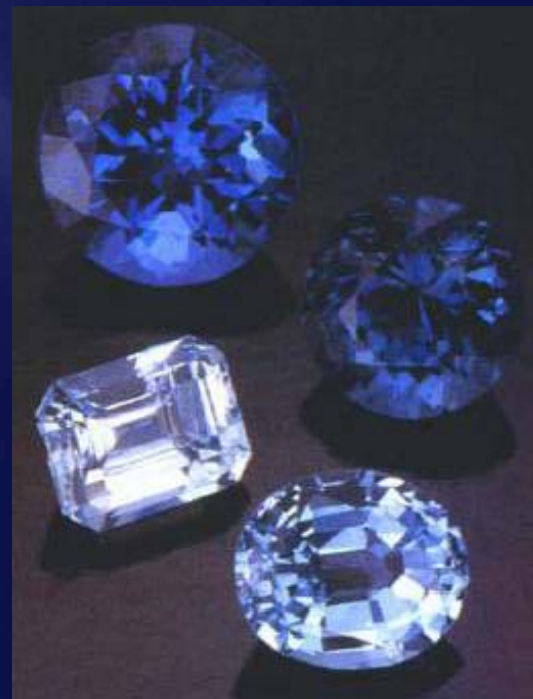
2008-04-04

dr Sławomir Wronka, IPJ

▣ Nano-Membrany



▣ Kolorowanie topazów

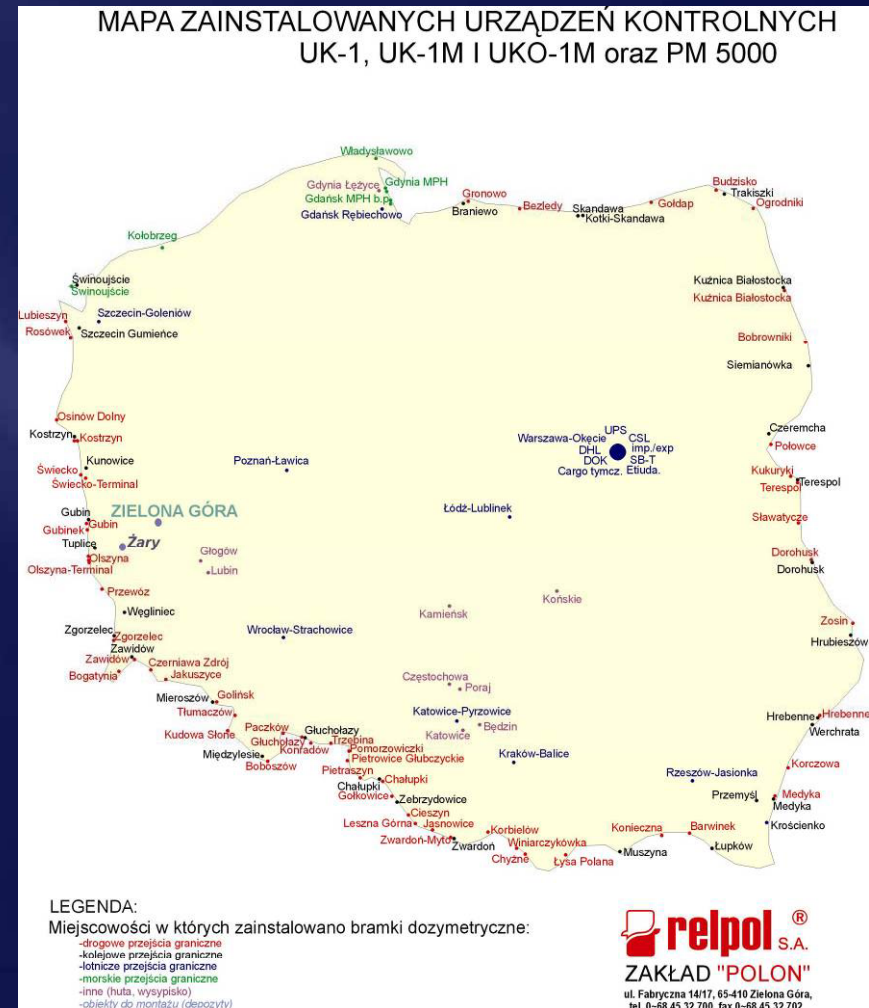


Bezpieczeństwo

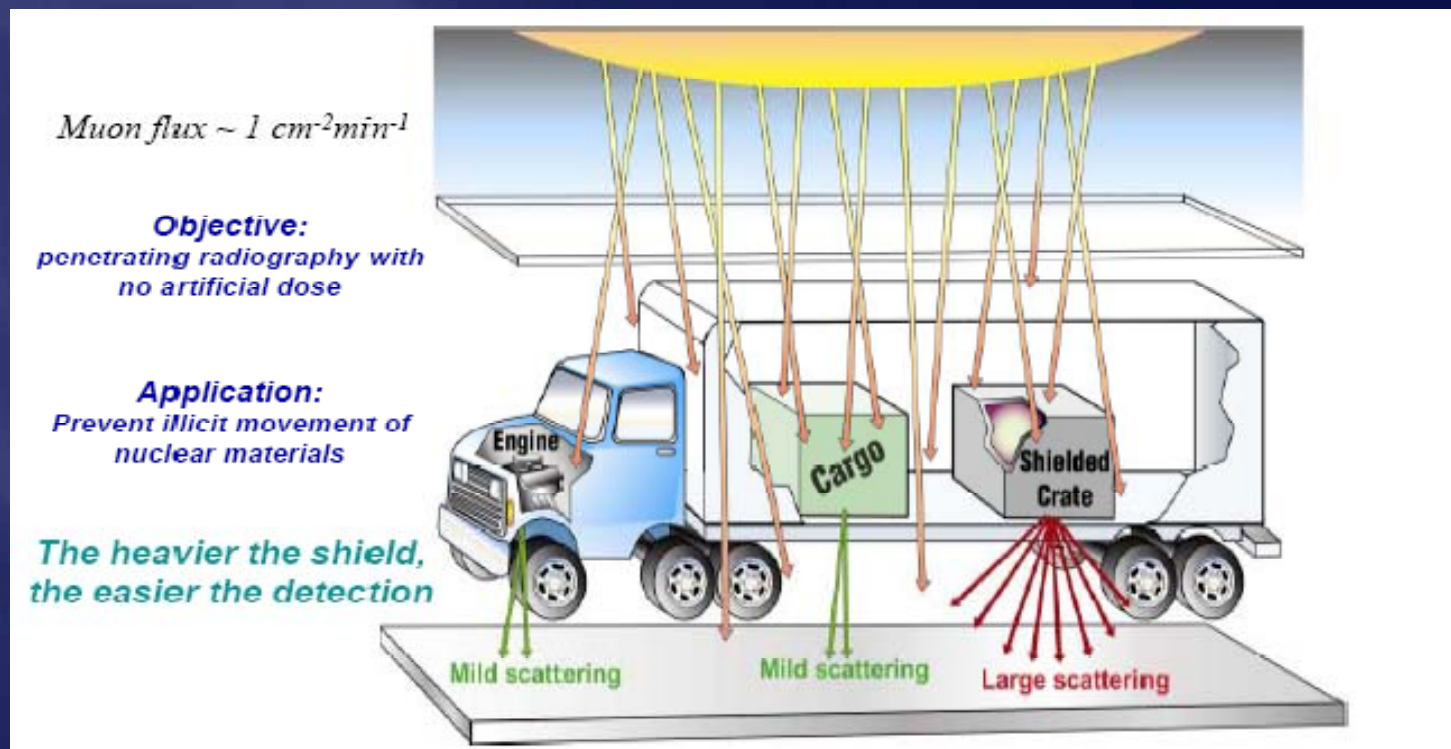
- ▣ Ochrona granic
 - Wykrywanie przemytu materiałów radioaktywnych
 - Wykrywanie przemytu materiałów wybuchowych, narkotyków, przemytu ludzi
 - Kontrola osób na lotniskach
- ▣ Ochrona „antyterrorystyczna”
- ▣ Wykrywanie min, materiałów wybuchowych



Kontrola granic w Polsce



Koncepcja wykrywania za pomocą mionów



Los Alamos National Laboratory

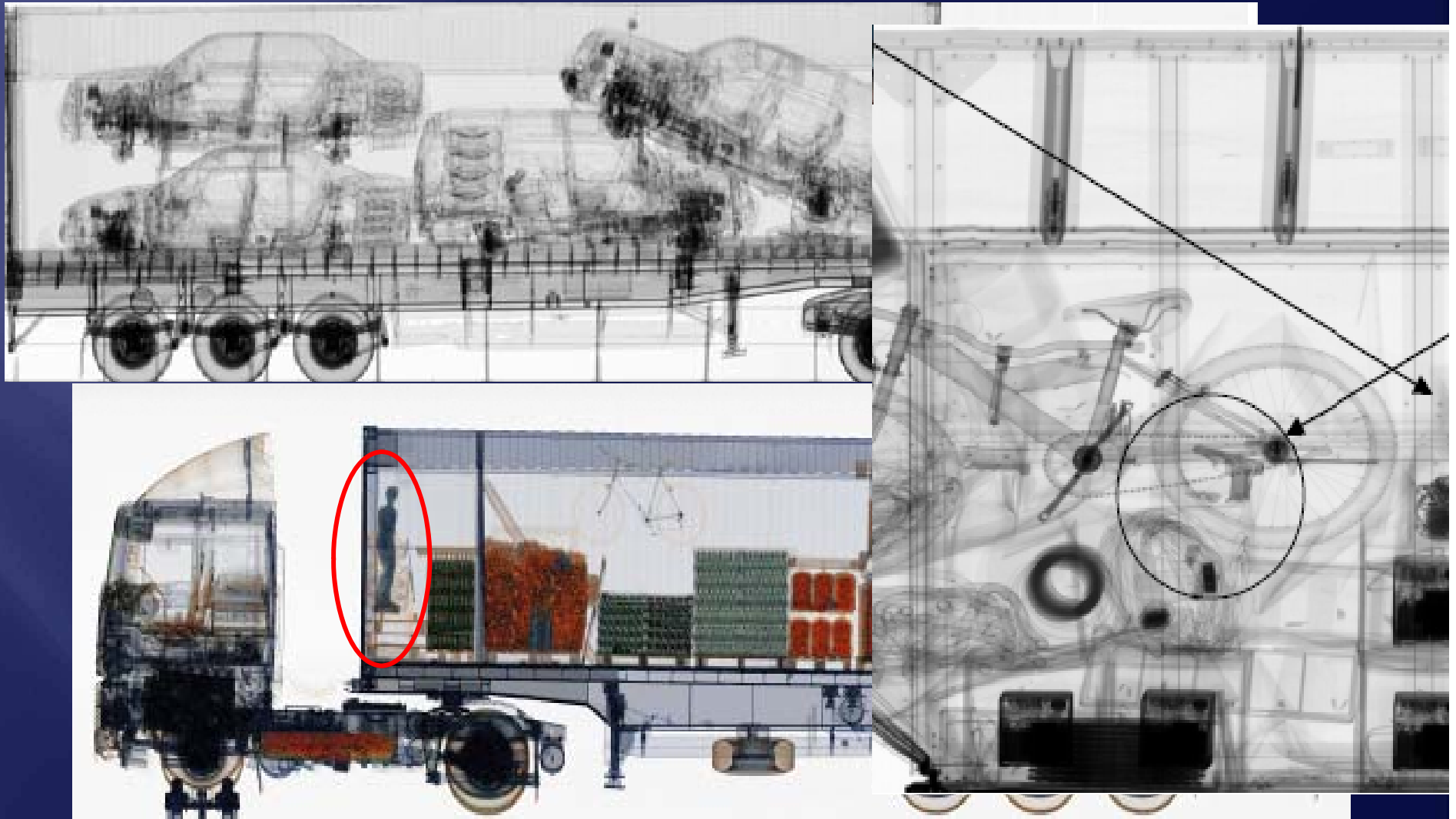
2008-04-04

dr Sławomir Wronka, IPJ

Technika radiografii X

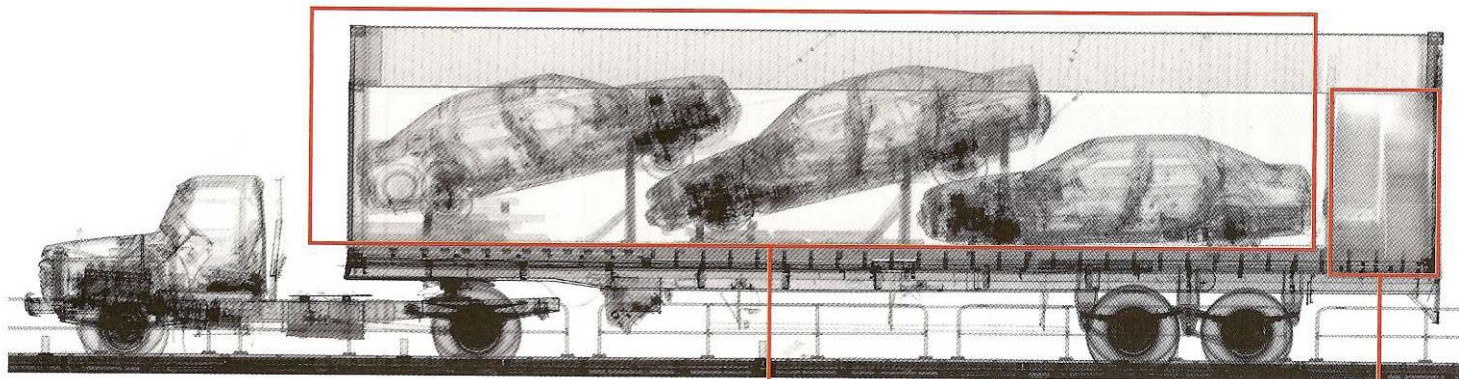


Technika radiografii X



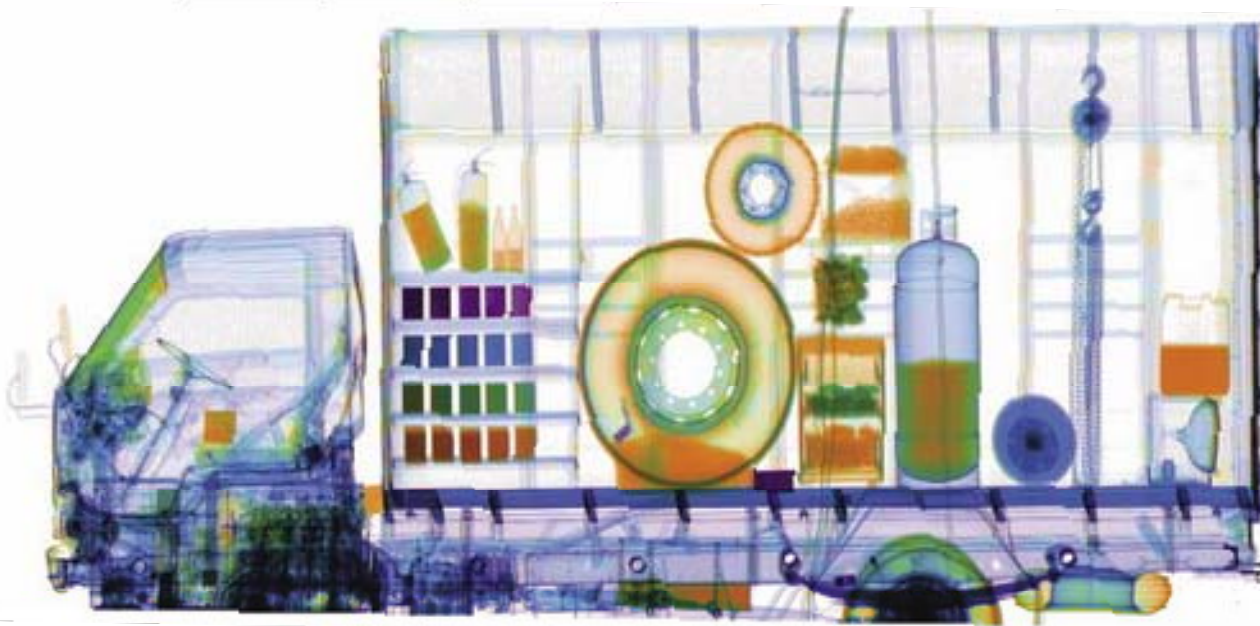
2008-04-04

dr Sławomir Wronka, IPJ



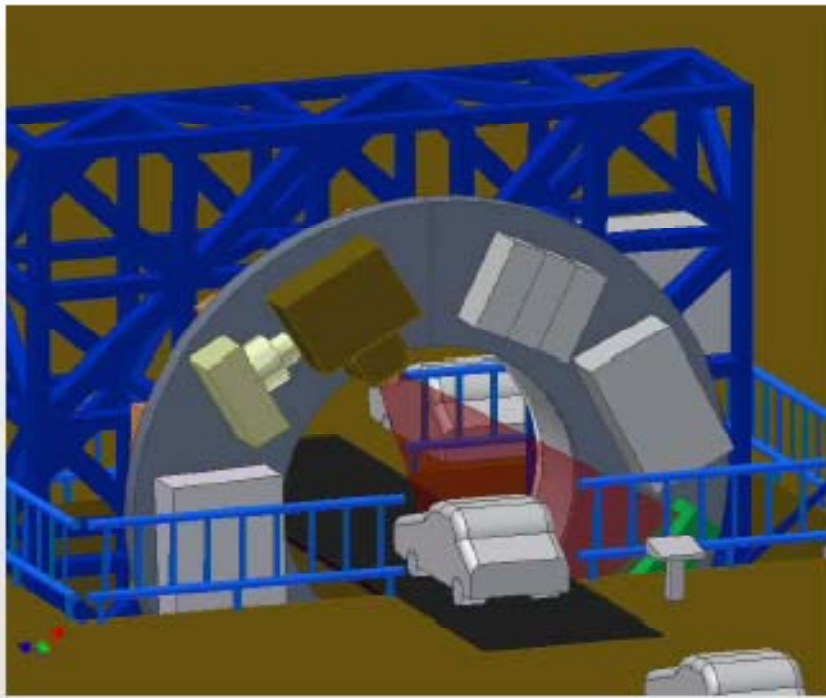
3 sets of smuggling cars
三輛走私小車

Declared Goods: Carpets
申報貨物：化纖地毯



Przyszłość ?

Whole Car CT



BIR

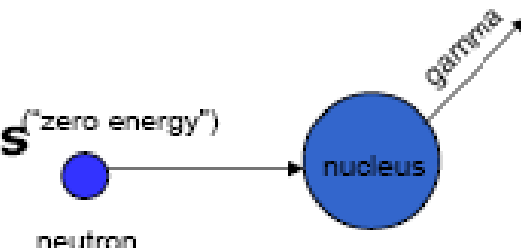
Wykrywanie materiałów niebezpiecznych



Neutron Inspection

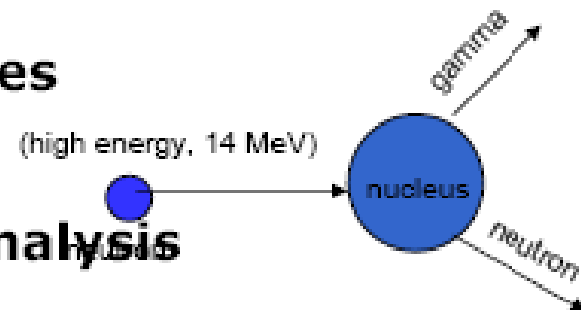
- **TNA[®]** – Thermal Neutron Analysis

- “Room temperature” neutrons completely absorbed by material
- Characteristic gamma ray identifies element



- **FNA** – Fast Neutron Analysis

- High energy (e.g. 14 MeV) neutrons “bounce” off material
- Characteristic gamma ray identifies element



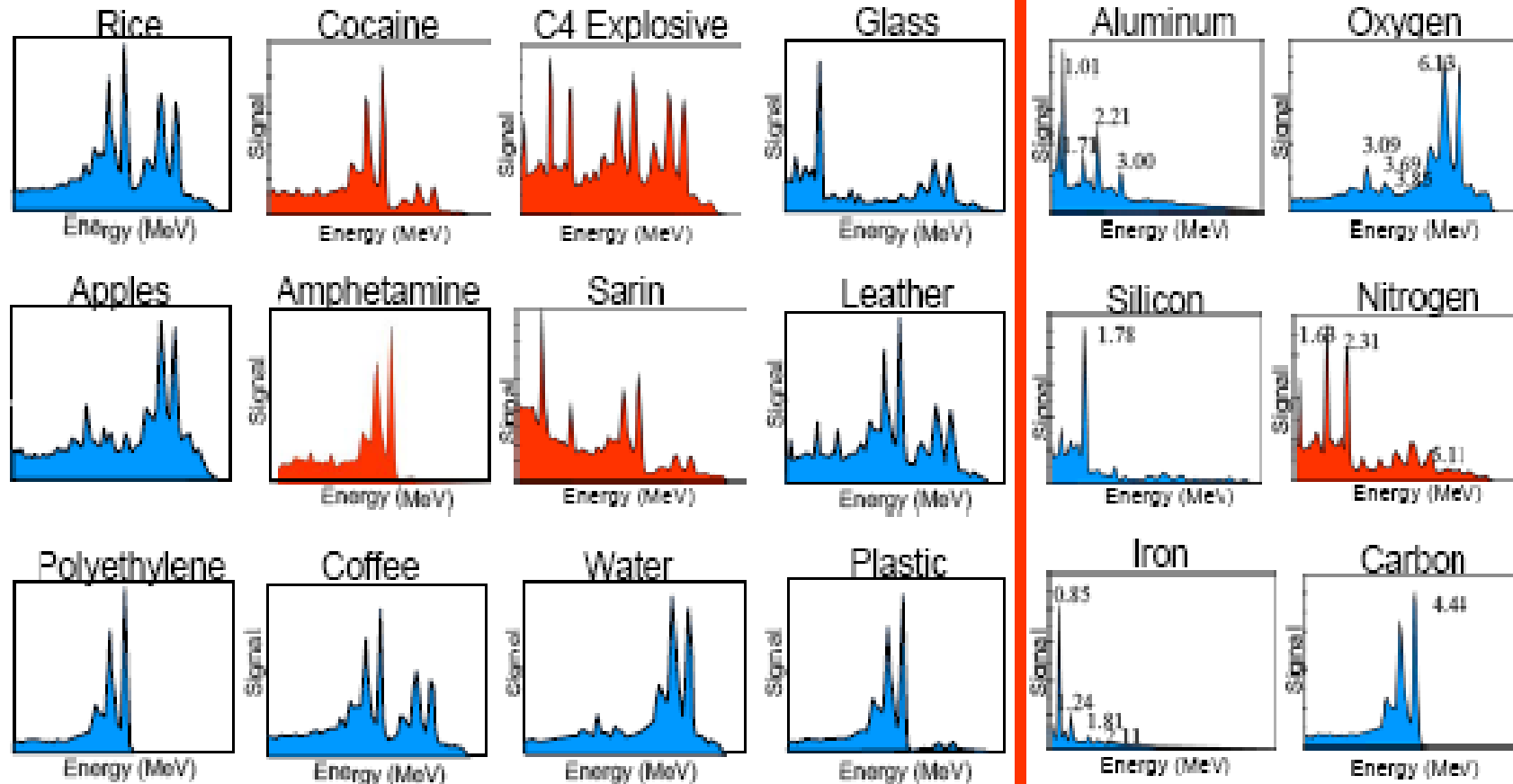
- **PFNA[™]** – Pulsed Fast Neutron Analysis

- Nano-Second Pulsed FNA
- 3-d location of threat by time-of-flight

PFNA Material Signatures

Materials

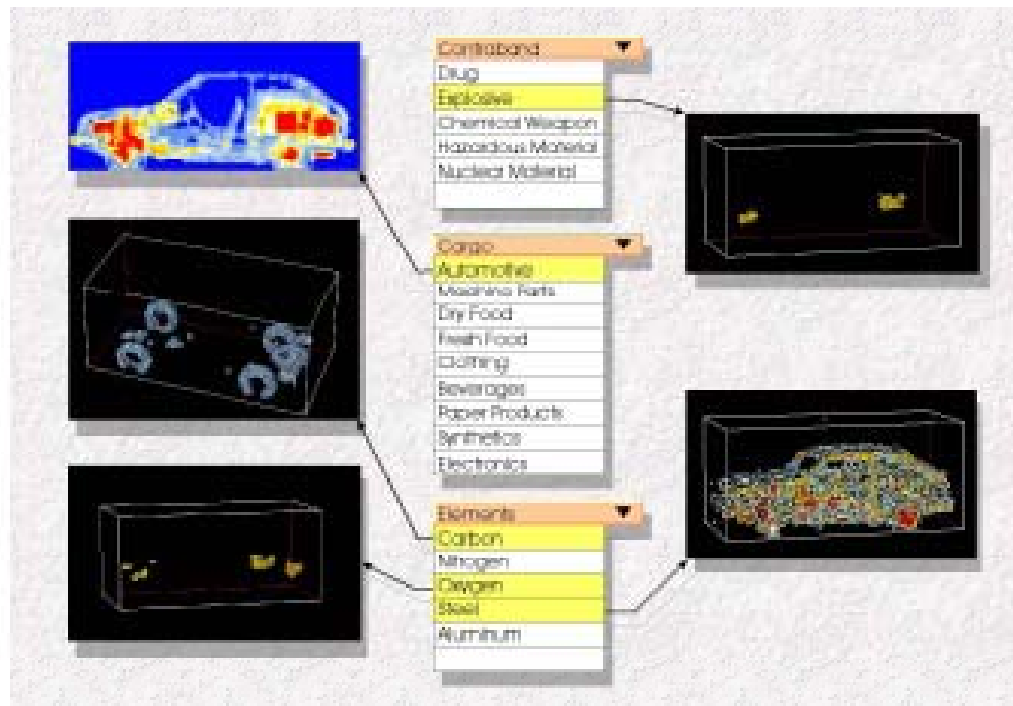
Elements



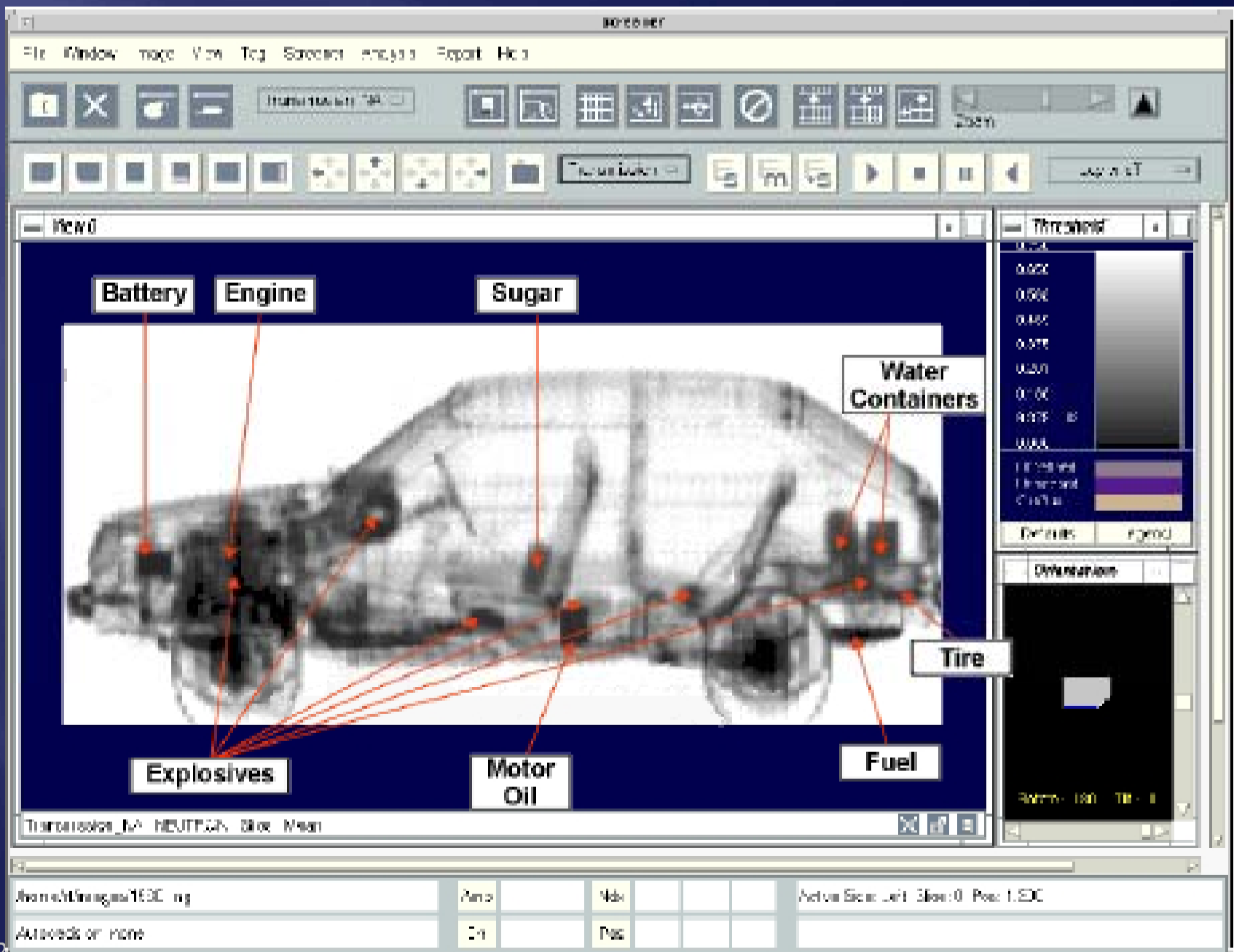
The elemental signals combine to give unique material signatures

Elemental Imaging and Detection

Explosives in Automobile

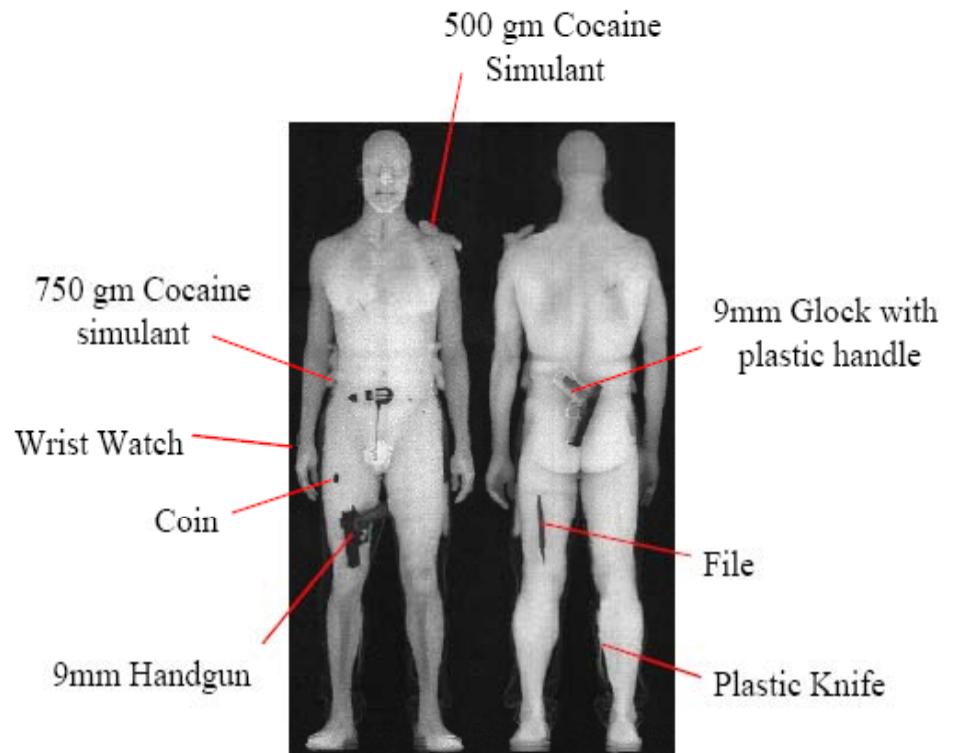


- ACI produces 3-D elemental maps showing recognizable features of automobile
- Combinations of elemental signatures are used to detect explosives

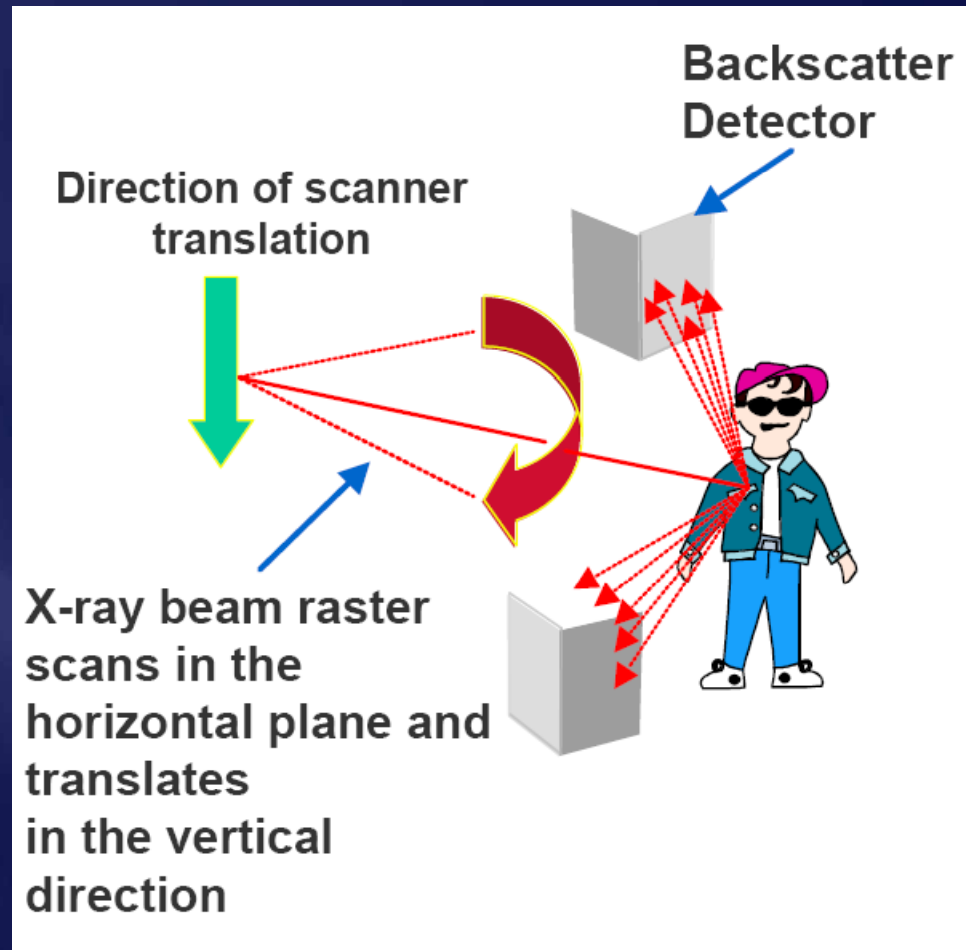
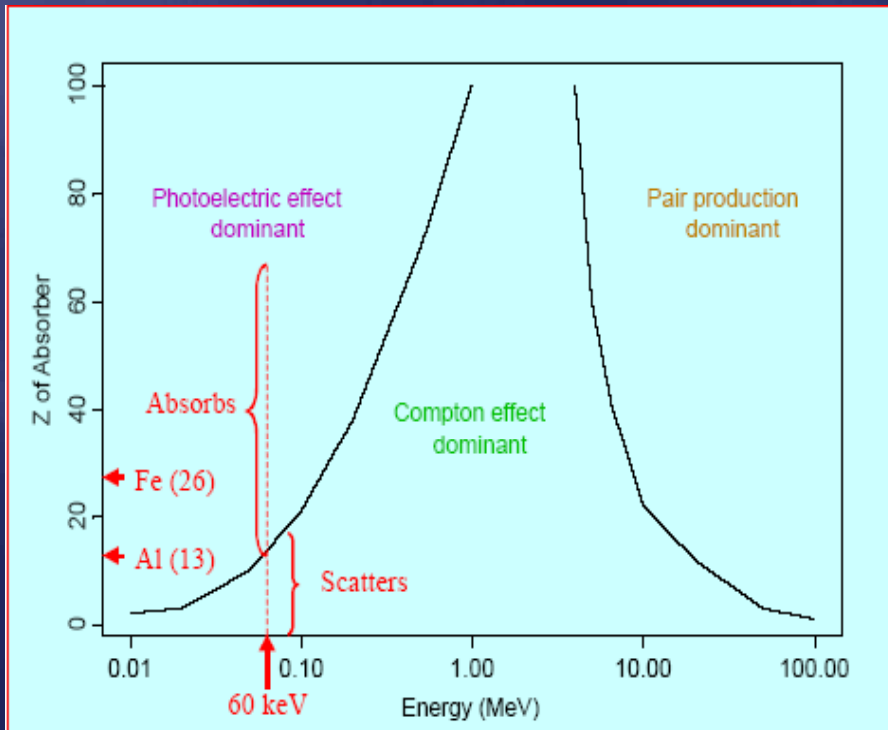


Kontrola osób

- ▣ Nowe techniki – compton backscattering



Jak to działa ?



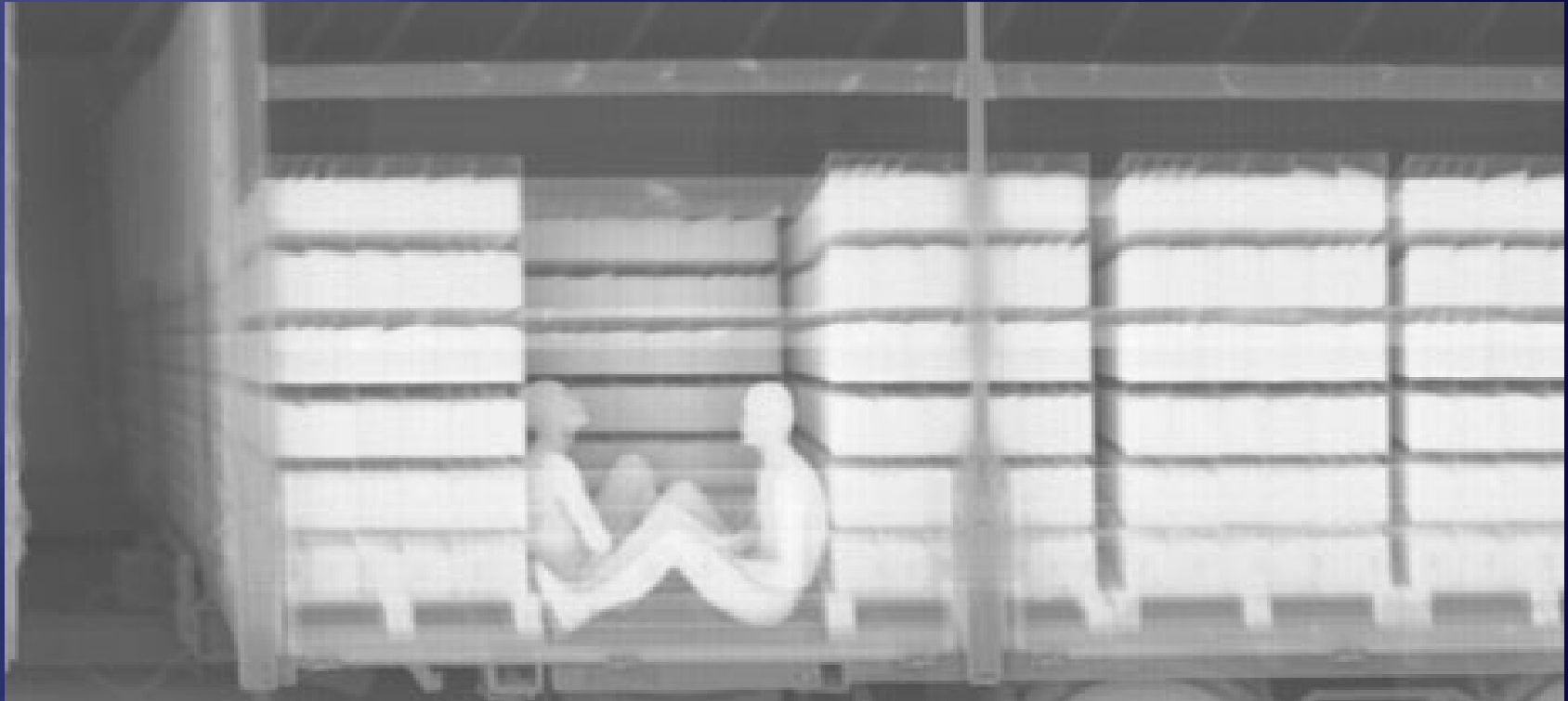
Ochrona prywatności...



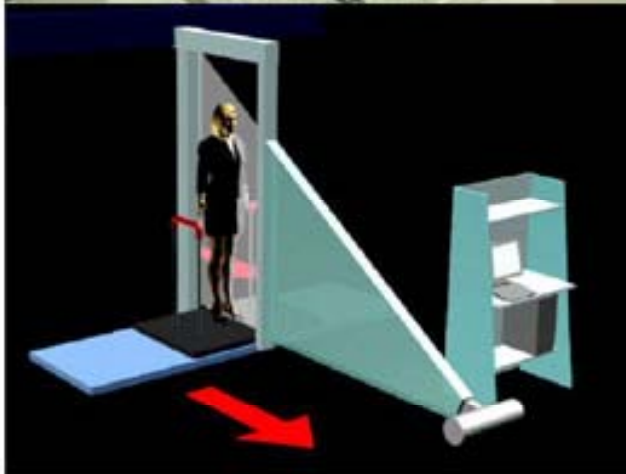
2008-04-04

dr Sławomir Wronka, IPJ

Backscattering



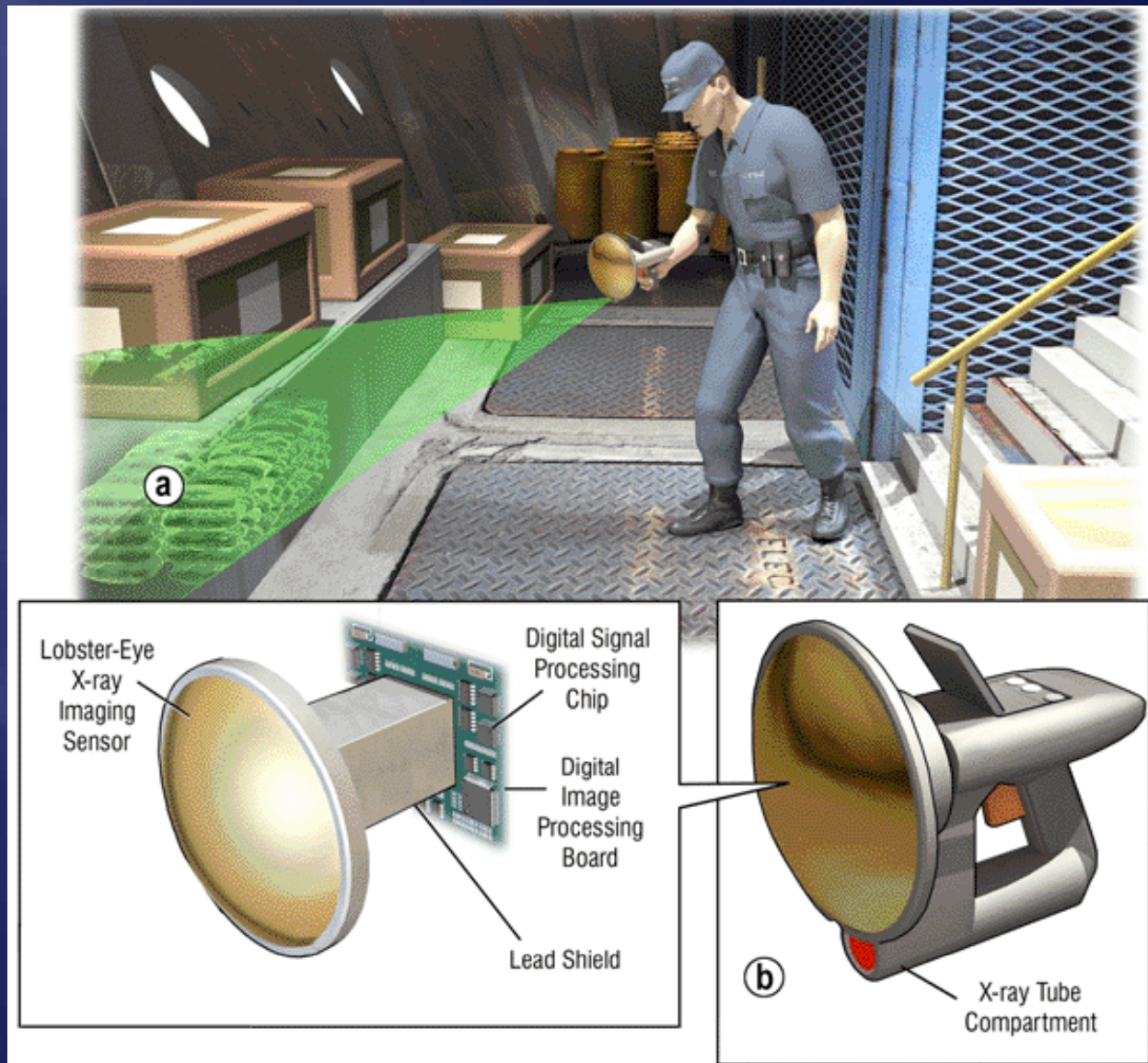
AS&E



2008-04-04

dr Sławomir Wronka, IPJ

X-latarka

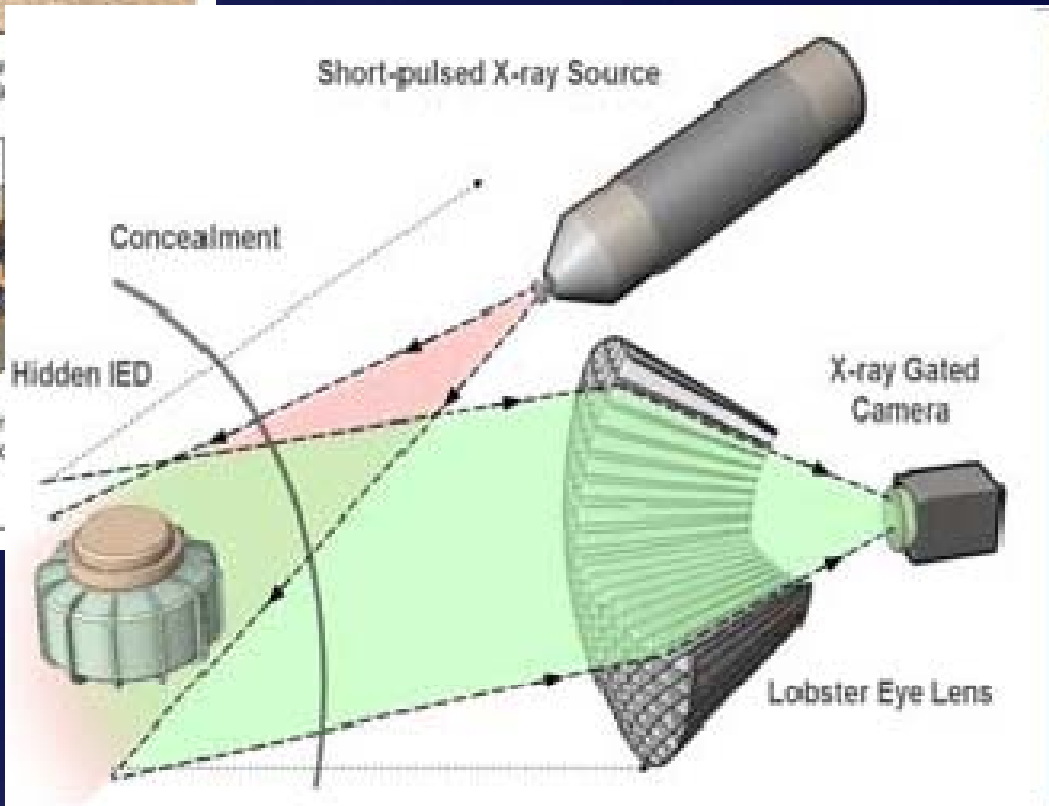
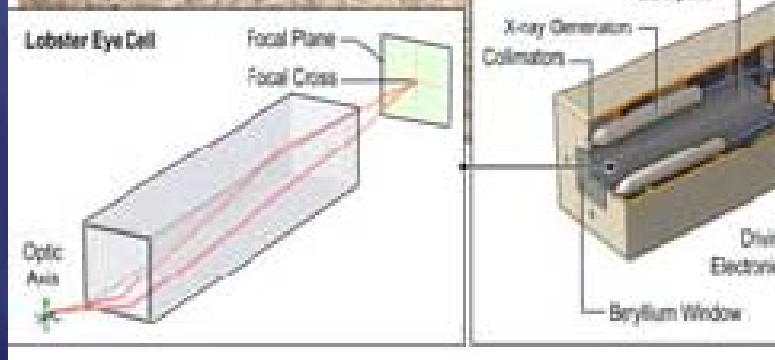


Patrole antyterrorystyczne



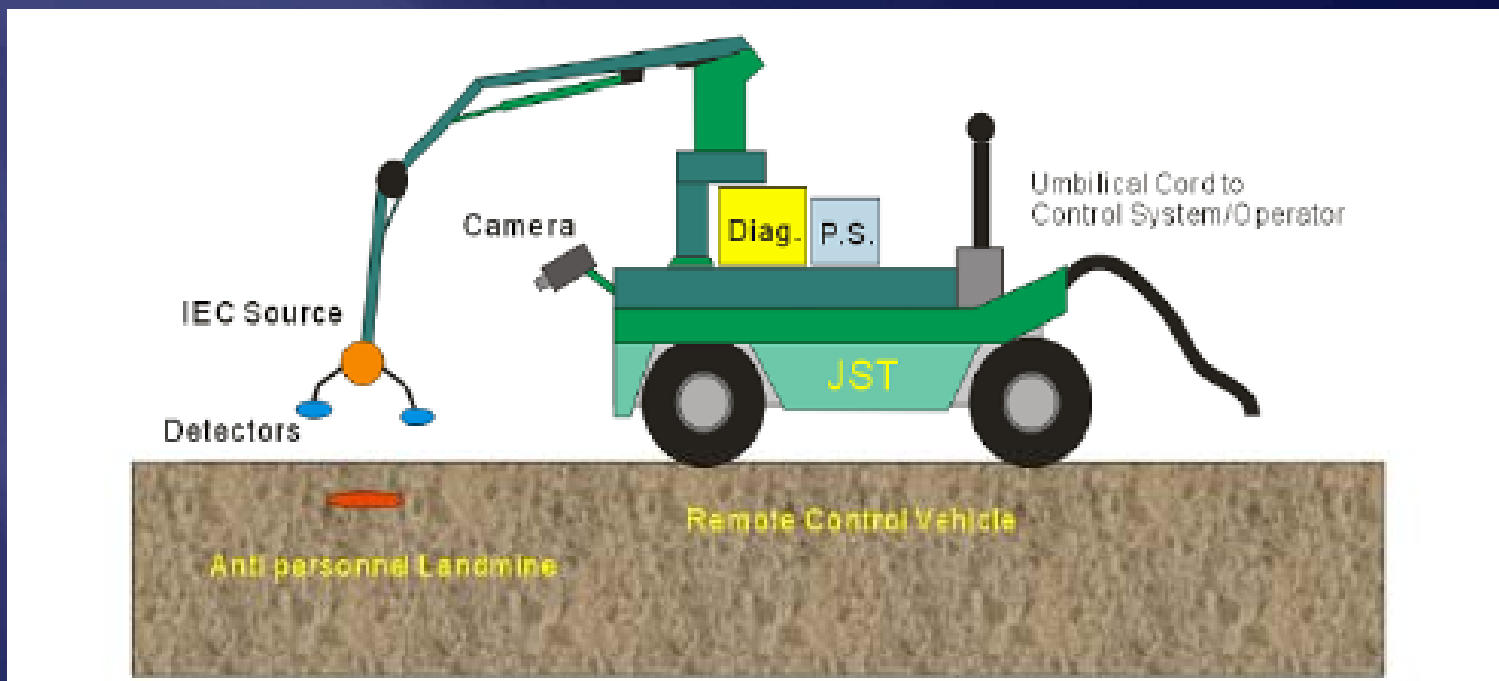
2008-04-04

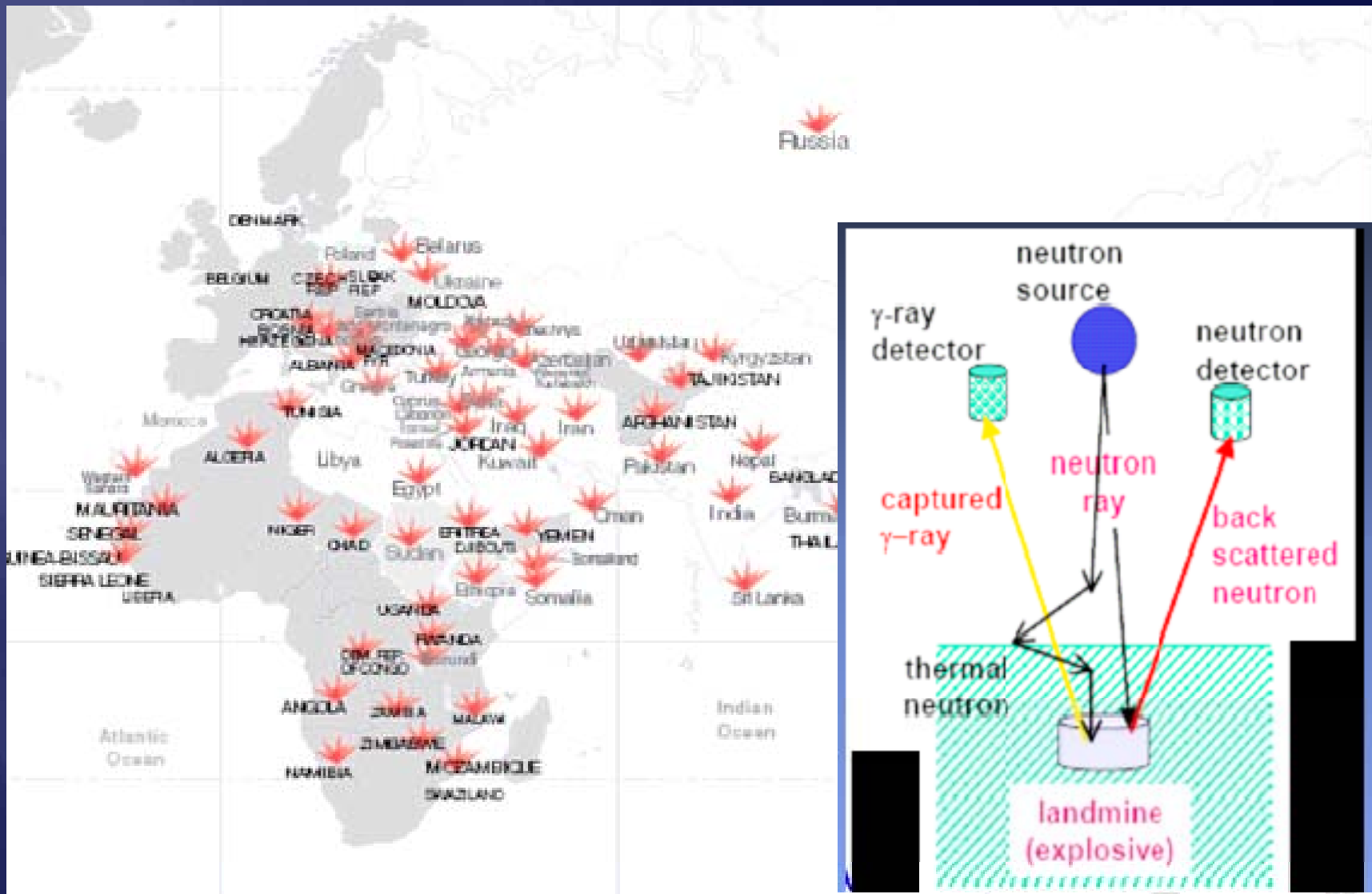
dr Sławomir Wronka, IPJ



improvised explosive device

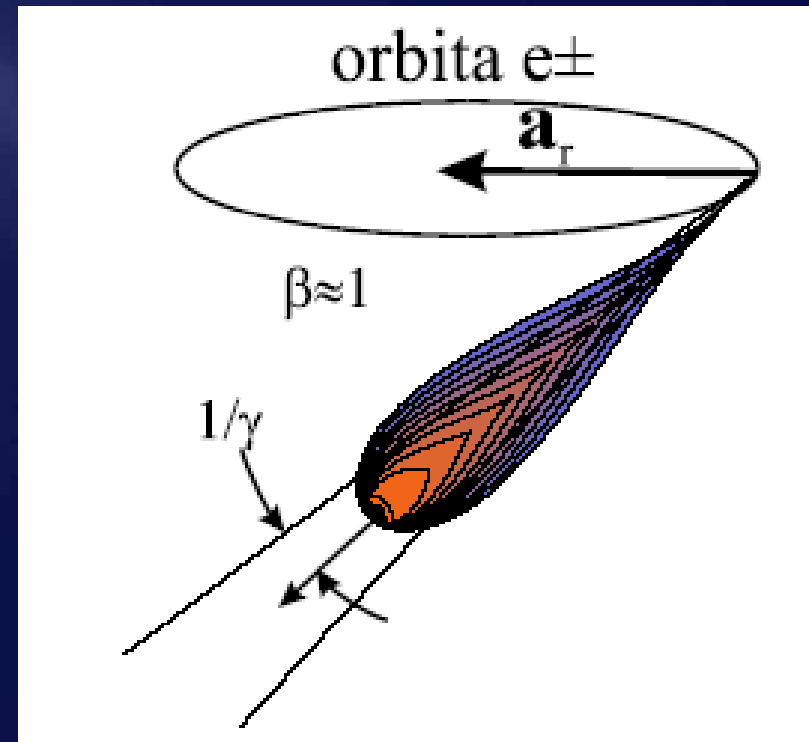
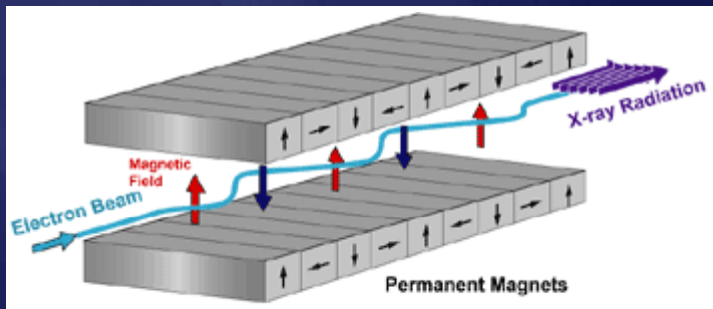
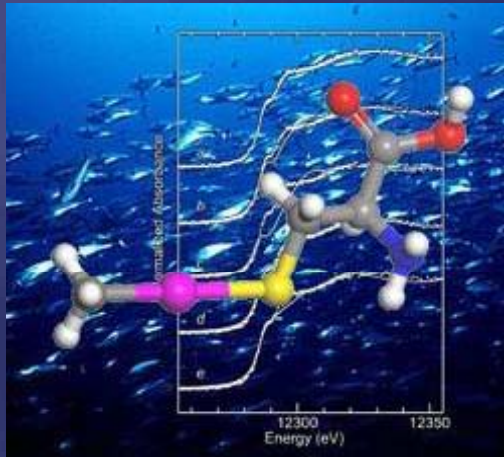
Wykrywanie min

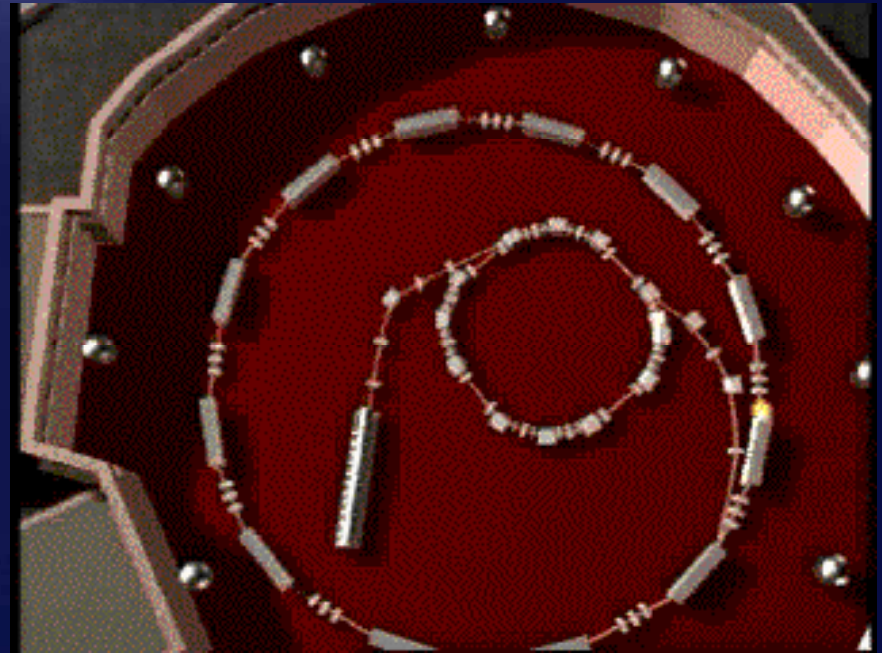
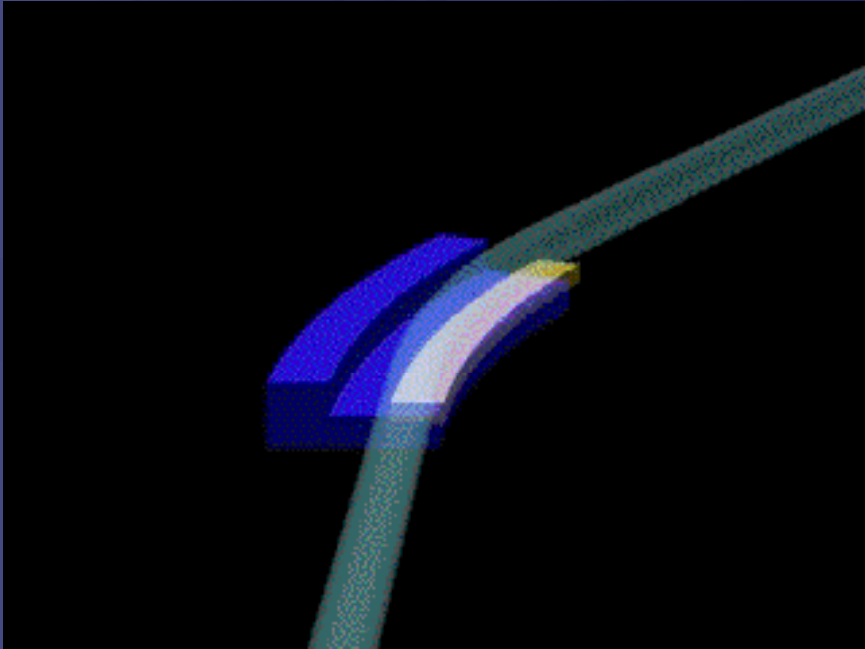




Promieniowanie synchrotronowe

- Medycyna, biologia, chemia, fizyka, ochrona środowiska...

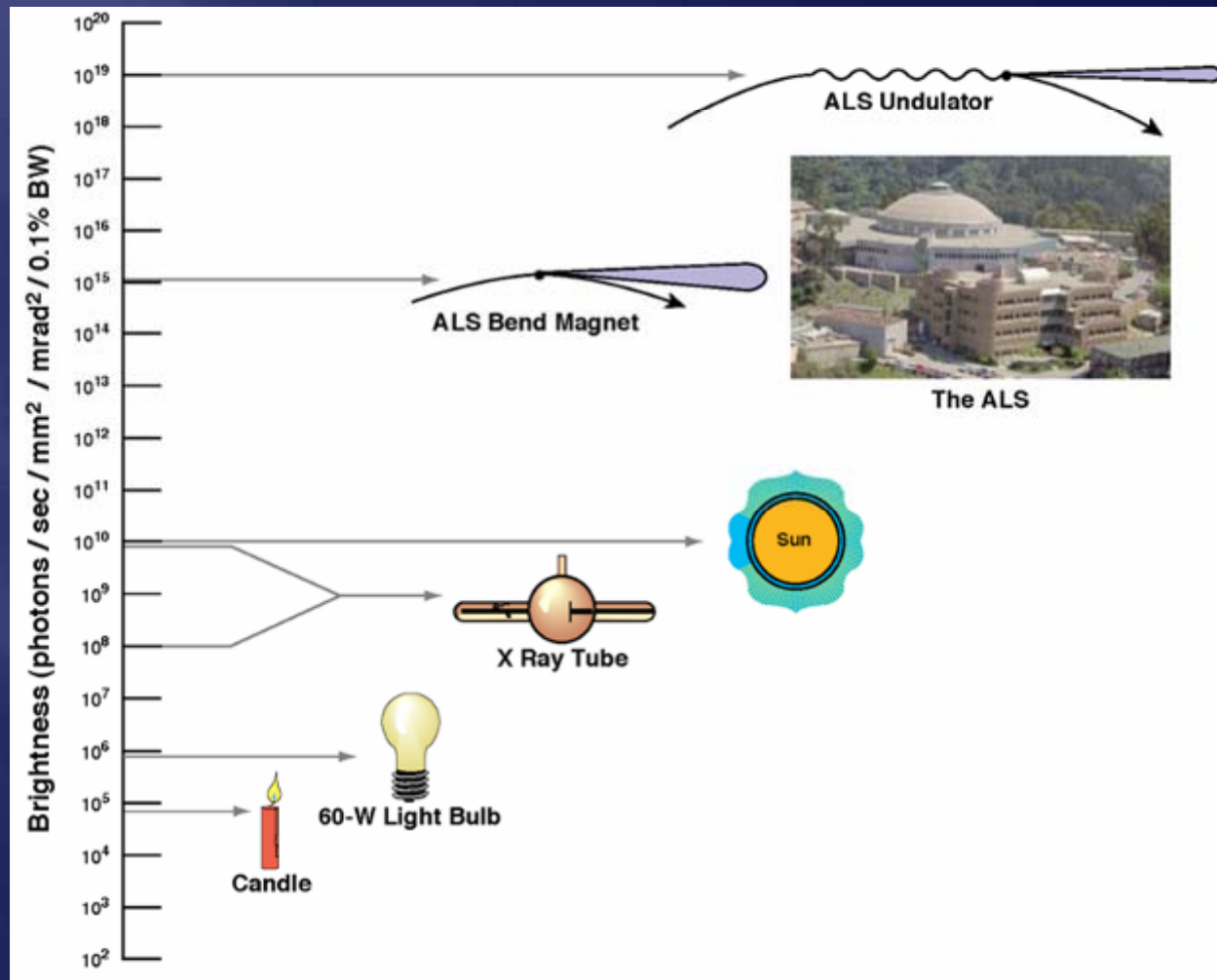




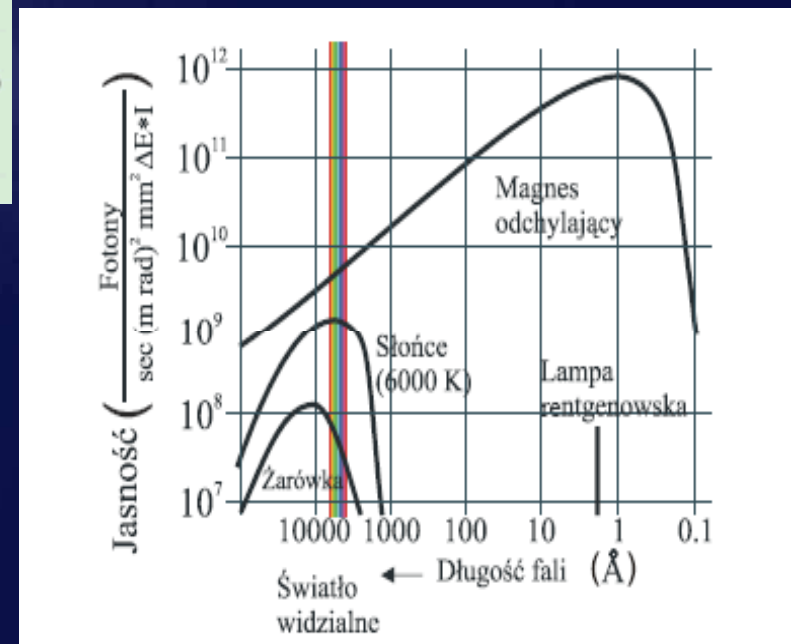
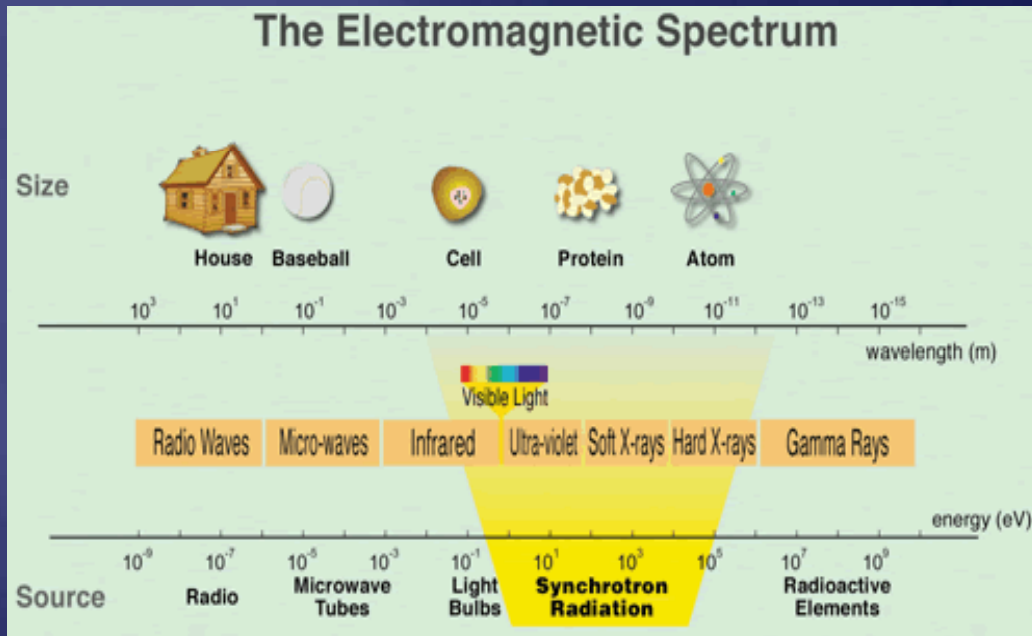
2008-04-04

dr Sławomir Wronka, IPJ

Co oznacza „jasne” ?



Promieniowanie synchrotronowe



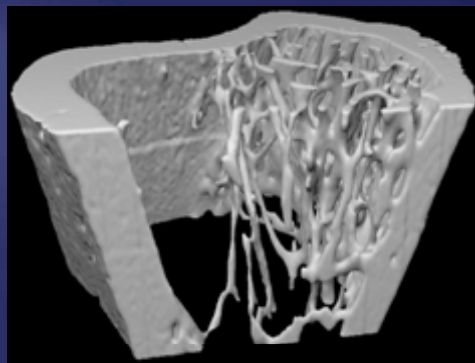
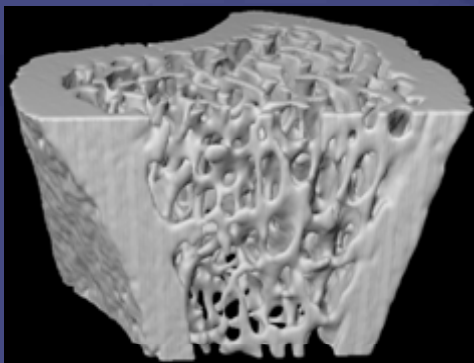
Współczesne synchrotronowe źródła światła – akceleratorzy optymalizowane pod kątem produkcji promieniowania synchrotronowego



2008-04-04

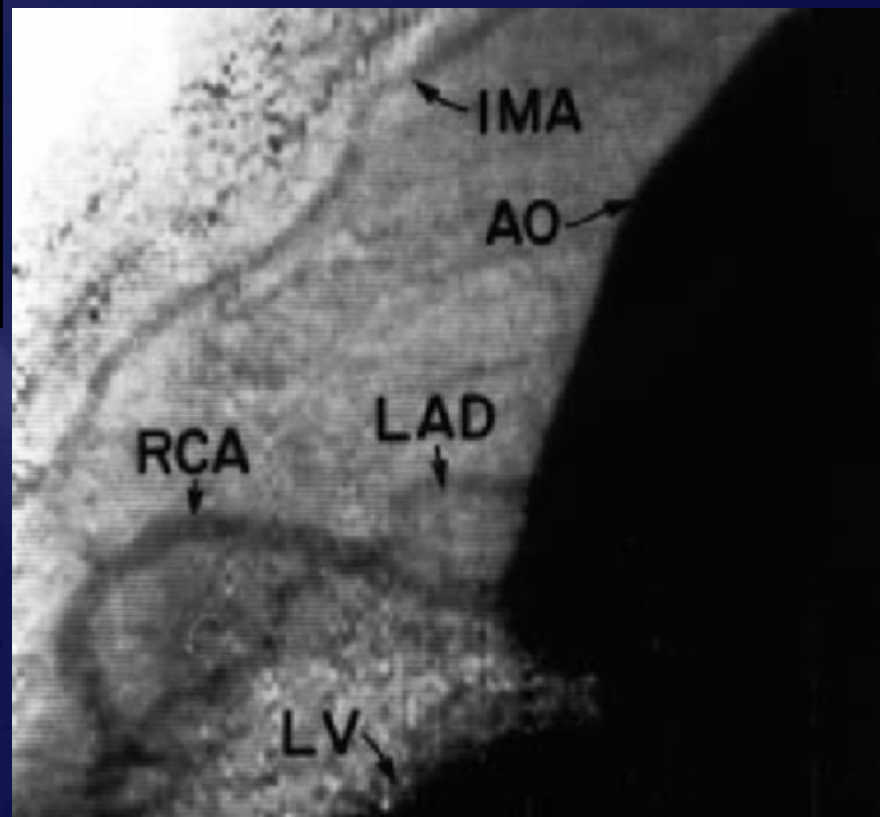
dr Sławomir Wronka, IPJ

Przykładowe zastosowania



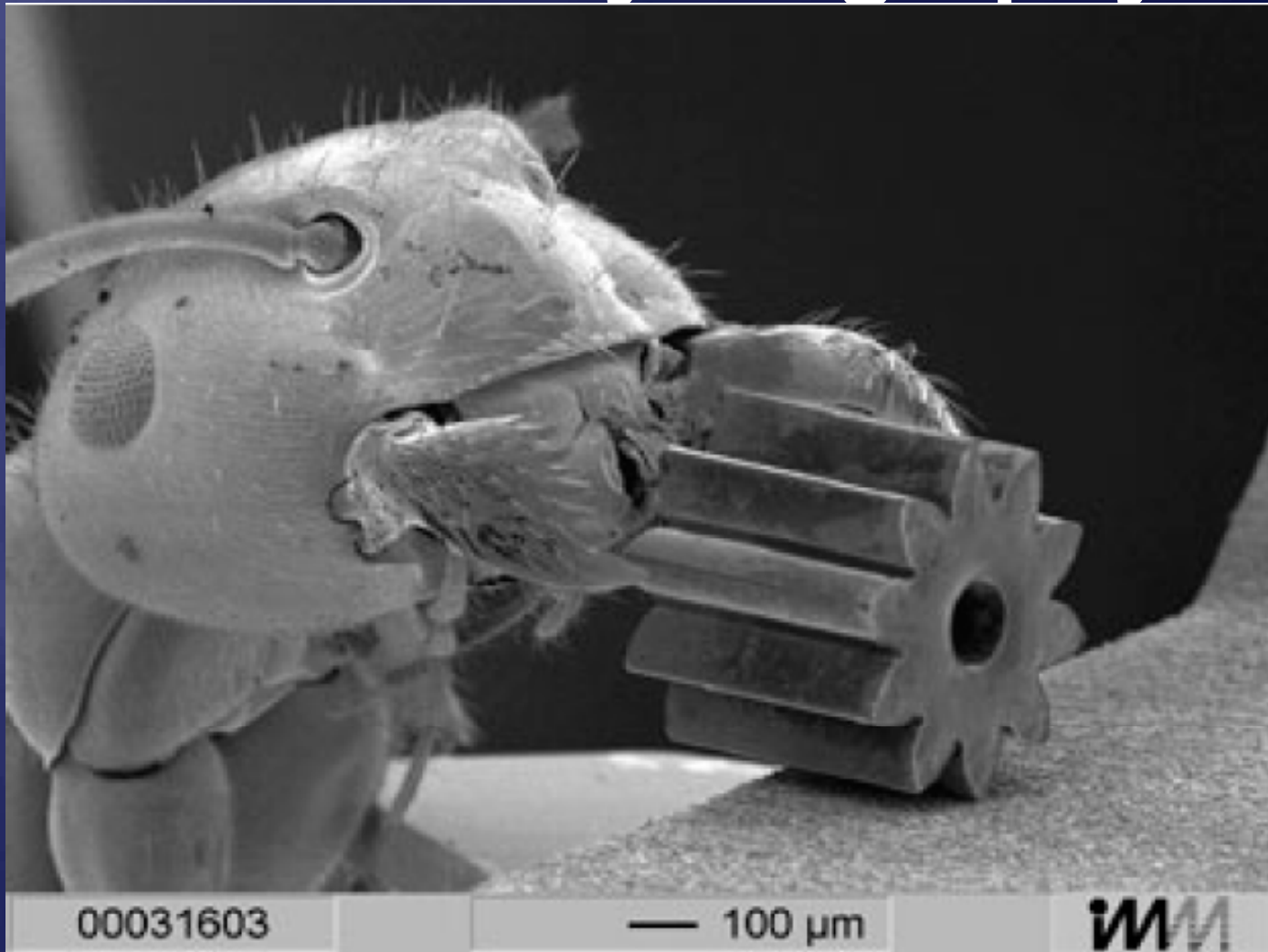
before estrogen loss *after estrogen loss*

Badania nad osteoporozą

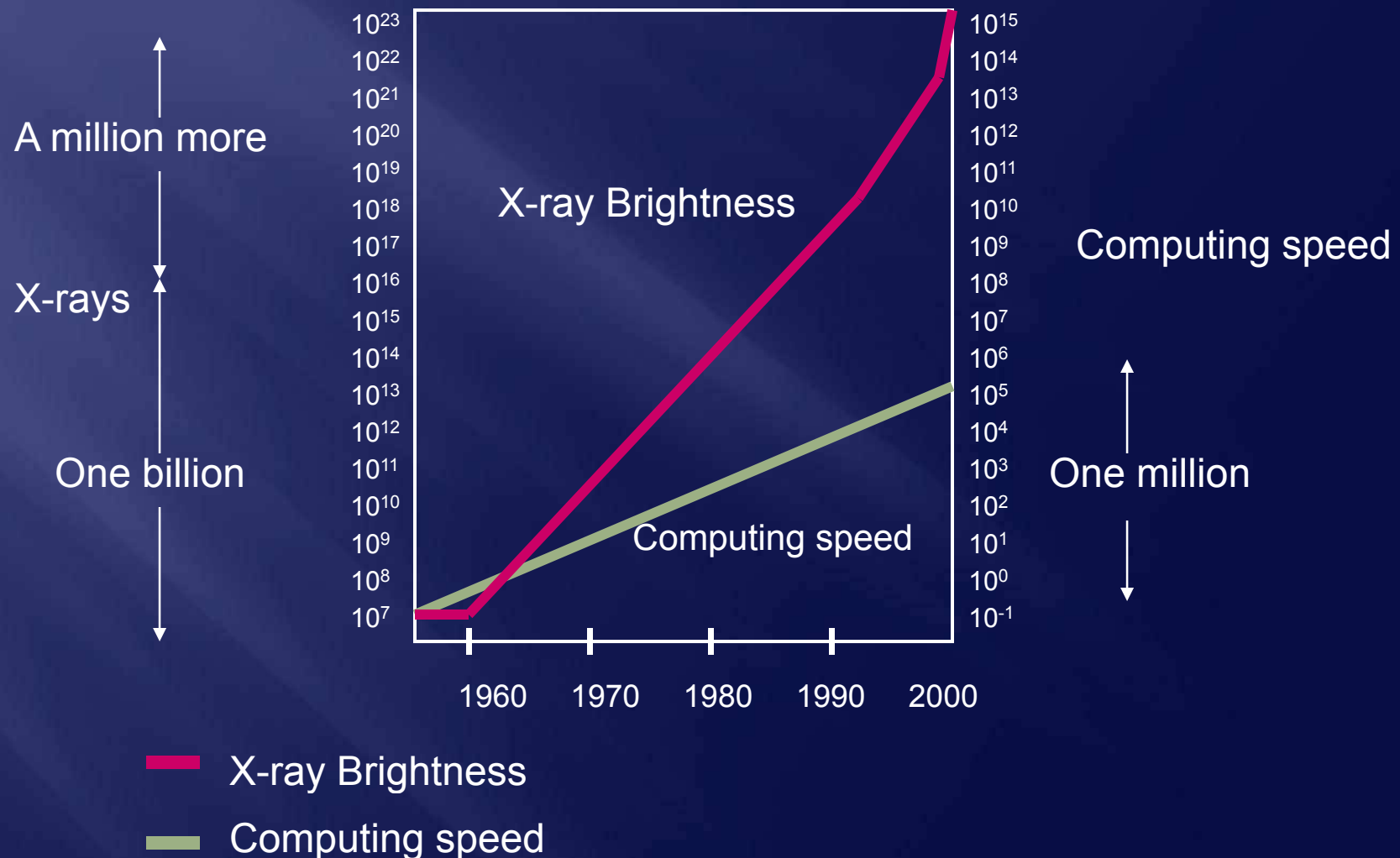


Angiografia

LIGA – X-ray lithography



„Jasność” rośnie szybciej niż prędkości procesorów !



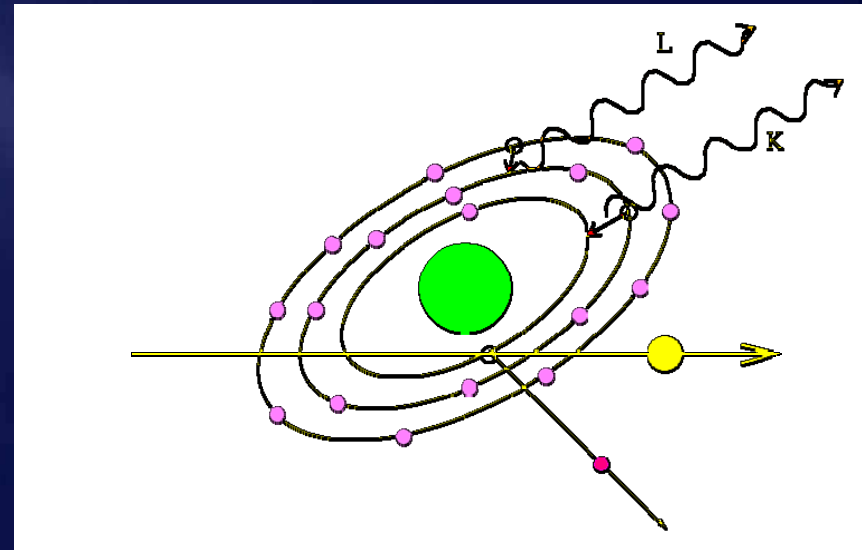
Analiza fluorescencyjna

- ▣ Czuła metoda analityczna do określania koncentracji pierwiastków
- ▣ Szeroko wykorzystywana w różnych dziedzinach nauk podstawowych i w badaniach interdyscyplinarnych

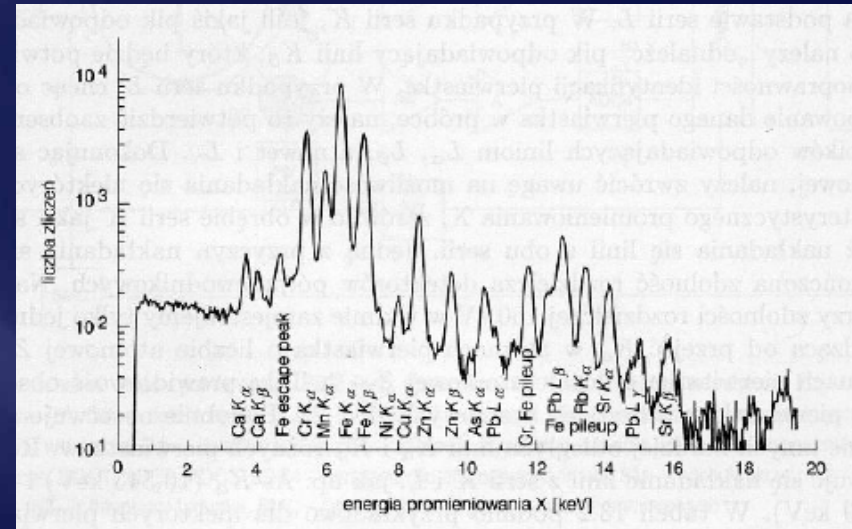
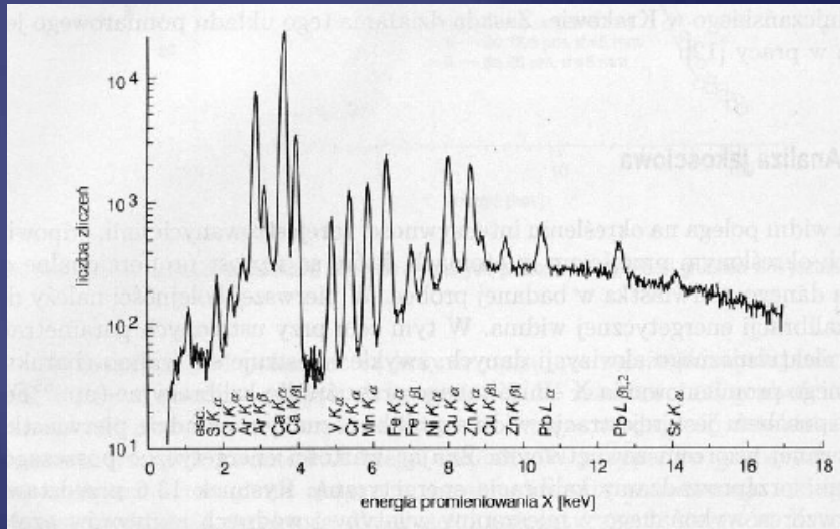
Analiza fluorescencyjna

Rejestracja charakterystycznego promieniowania X emitowanego z atomów na skutek jonizacji wewnętrznych powłok atomowych promieniowaniem wzbudzającym.

Otrzymujemy informację o rodzaju pierwiastka oraz koncentracji pierwiastka zawartego w próbce.



Przykładowe widmo



- ▣ **Intensywności** zarejestrowanych linii są **wprost proporcjonalne do stężenia** badanego pierwiastka w próbce.

- **XRF** – X-Ray Fluorescence – metoda wykorzystująca wzbudzenie charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego atomów tarczy przez fotony z lampy rentgenowskiej
- **RXRF** – Radioisotope X-Ray Fluorescence – wzbudzenie promieniowaniem ze źródeł promieniotwórczych
- **SRIXE** (SR-XRF) – Synchrotron Radiation Induced X-Ray Emission – wzbudzenie silnym promieniowaniem synchrotronowym
- **PIXE** – Particle Induced X-Ray Emission – wzbudzenie cząstkami naładowanymi z akceleratora

Mammografia przyszłości ?

- ▣ Monochromatyczne promieniowanie X pozwala poprawić zdolność rozdzielczą z 0.15 – 0.3mm do 0.01 – 0.015mm.
- ▣ To oznacza, że możemy wykryć guz

2 lata wcześniej

Dziękuję za uwagę

