

Techniki Jądrowe w Diagnostyce i Terapii Medycznej

Wykład 1 - 1 marca 2022

Zygmunt Szefliński
Środowiskowe Laboratorium Ciężkich Jonów
szef@fuw.edu.pl
<http://www.fuw.edu.pl/~szef/>

Plan wykładu

Wykład monograficzny - „Techniki jądrowe w diagnostyce i terapii medycznej” obejmuje następujące zagadnienia:

- **Fizyka a medycyna**
- **Detektory promieniowania jonizującego**
- Podstawy obrazowania medycznego
- Tomografia w diagnostyce radiacyjnej
- Podstawy fizyczne radioterapii nowotworów
- Sprzęt we współczesnej radioterapii
- Metody radioterapii

Literatura

- A.Z. Hrynkiewicz i E. Rokita, Fizyczne metody diagnostyki medycznej i terapii. Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa, 2000
- Materiały dostarczone przez koordynatora przedmiotu w trakcie zajęć

Przemiany spontaniczne

Spontanicznymi nazywamy procesy realizowane samorzutnie, w odróżnieniu od reakcji, dla których niezbędne jest oddziaływanie między "pociskiem" a "tarczą". Mówimy wówczas o przemianie spontanicznej, bądź o rozpadzie.

Podstawową charakterystyką przemiany spontanicznej jest prawdopodobieństwo jej realizacji. Miarą jego jest stała zaniku λ , lub jej odwrotność, $\tau=1/\lambda$, czyli średni czas życia .

W fizyce jądrowej, rozważając przemiany promieniotwórcze, często używa się innej wielkości okres połowicznego zaniku, $T_{1/2} = \tau \cdot \ln 2$.

Prawo rozpadu promieniotwórczego

Rozpady obiektów nietrwałych podlegają statystycznemu prawu, które można zapisać w postaci;

$$\Delta N = -\lambda N \Delta t \quad \longrightarrow \quad \frac{dN}{dt} = -\lambda N$$

Rozwiązanie:

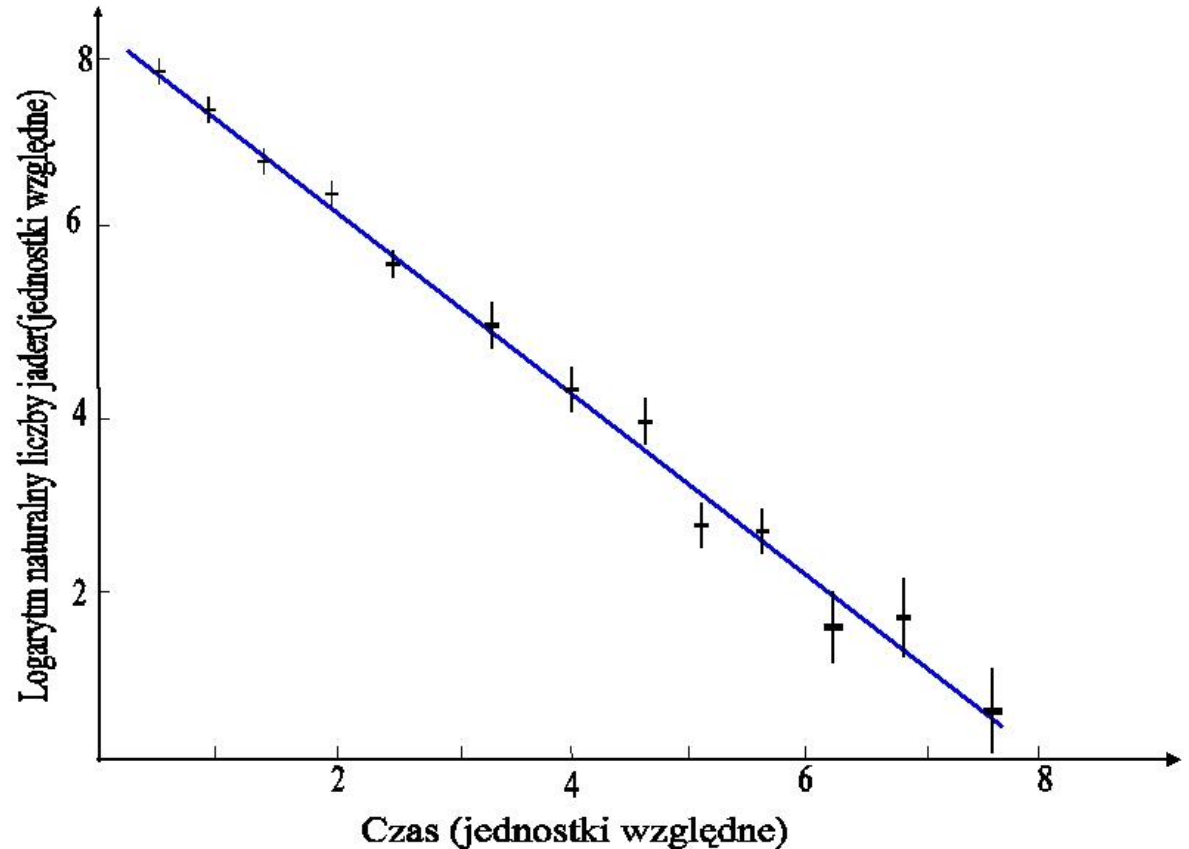
$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

Rozwiązanie po zlogarytmowaniu:

$$\ln N = \ln N_0 - \lambda t$$

Prawo rozpadu promieniotwórczego

$$\ln N = \ln N_0 - \lambda t$$



Krzywa rozpadu promieniotwórczego w skali logarytmicznej

Aktywność źródła

Aktywnością promieniotwórczej próbki nazywamy liczbę rozpadów, zachodzących w jednostce czasu.

Jednostki aktywności to: *1 Ci* - *1 kiur*

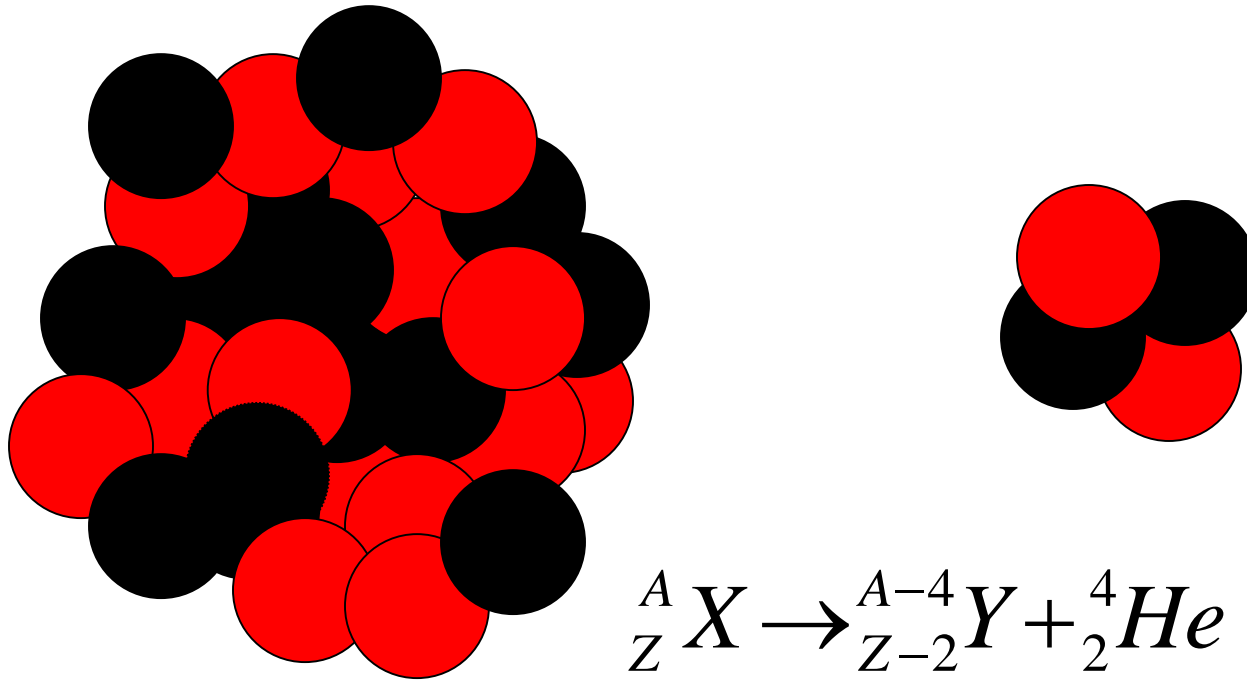
$1 Ci = 3.7 \cdot 10^{10}$ rozpadów na sekundę,

oraz znacznie mniejsza jednostka:

$1 Bq = 1 \text{ bekerel} = 1$ rozpad na sekundę.

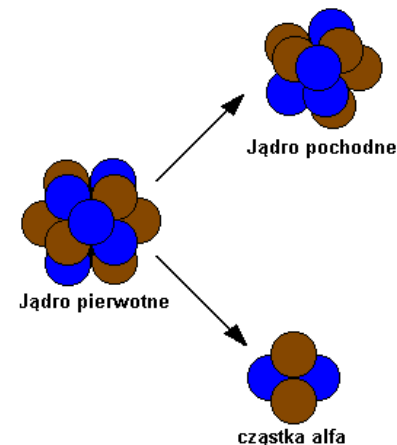
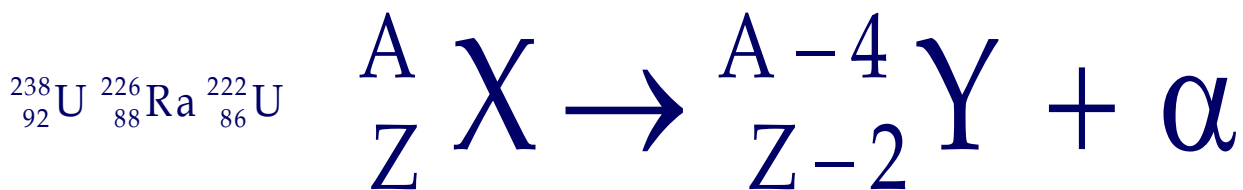
$$1 Ci = 37 GBq$$

Rozpad α



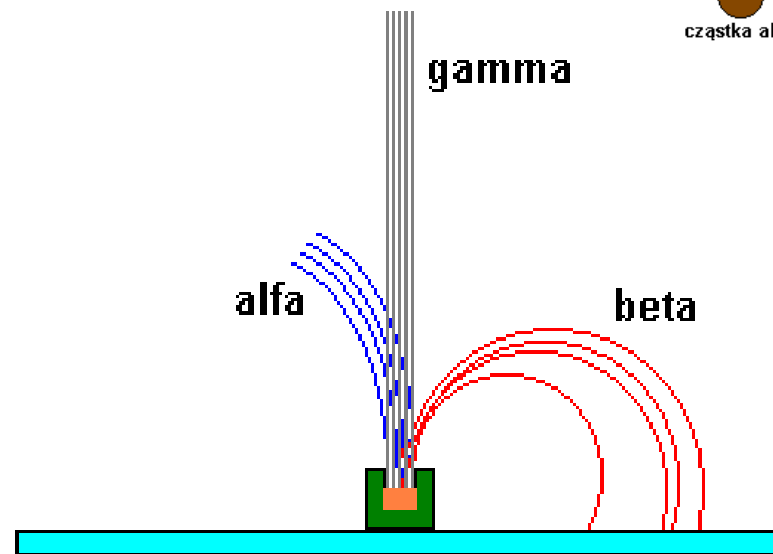
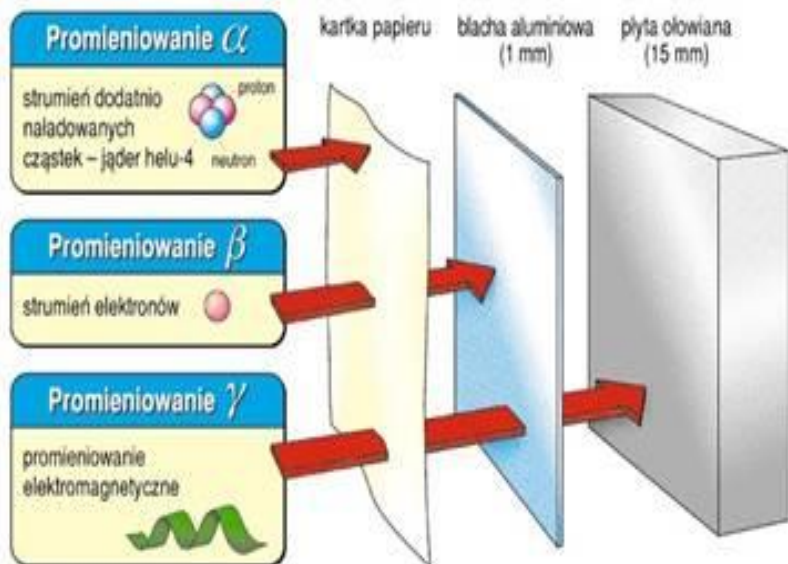
rozpad dwuciałowy, w stanie końcowym mamy dwa obiekty

PRZEMIANY RADIOIZOTOPOWE PROMIENIOWANIE ALFA (α)

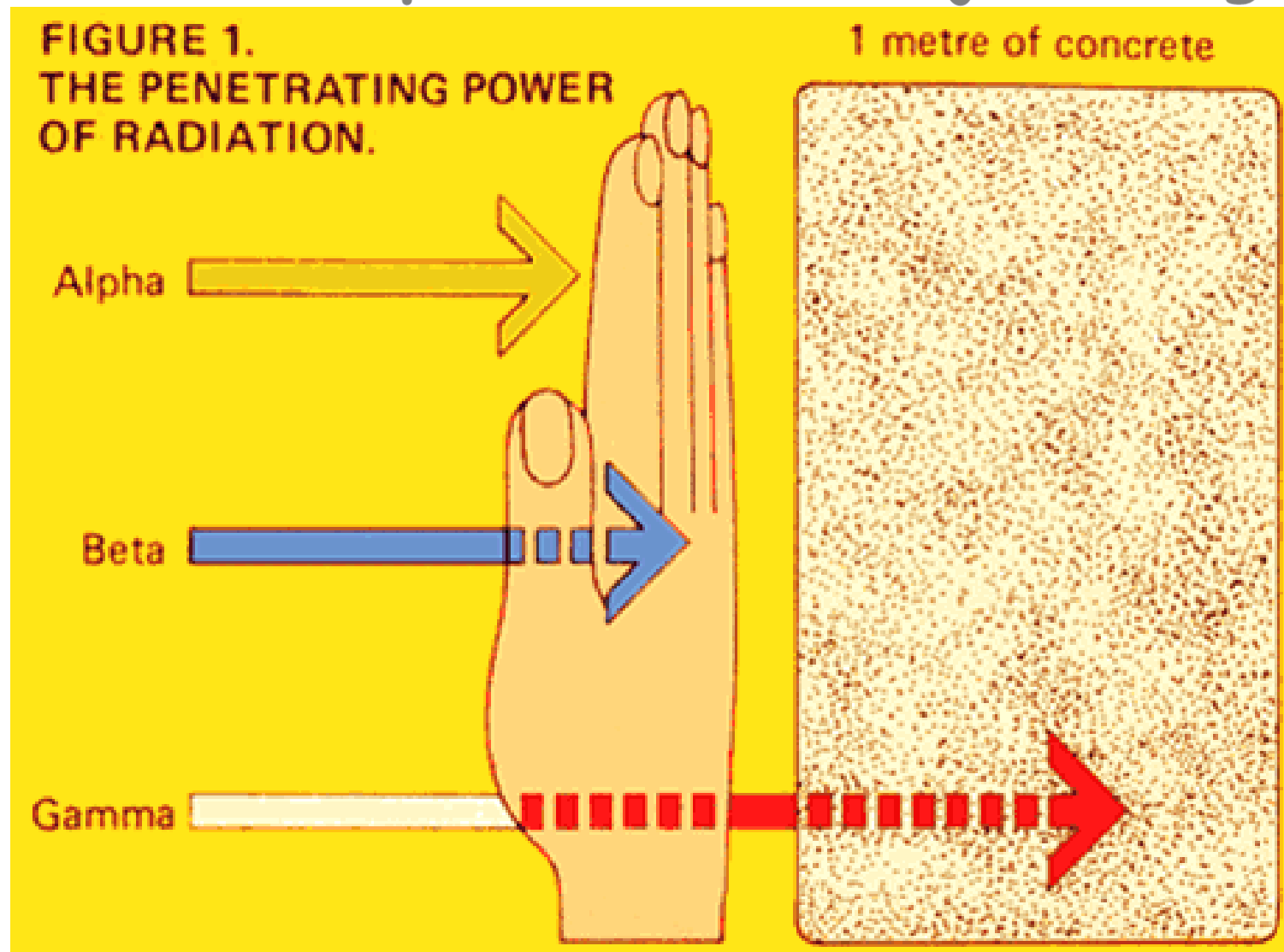


ZASADY ZACHOWANIA MASY I ŁADUNKU ELEKTRYCZNEGO

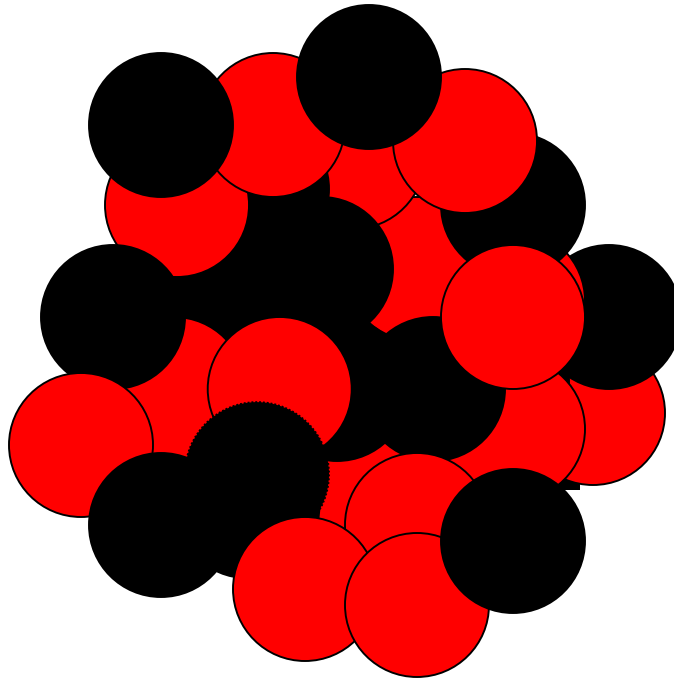
PRZENIKLIWOŚĆ PROMIENIOWANIA



Własności promieniowania jądrowego

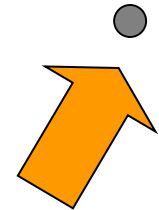


Rozpad β



$$Z \rightarrow Z+1$$

rozpad trójciałowy, w stanie końcowym mamy trzy obiekty,
trzecią cząstką, trudną w rejestracji jest neutrino



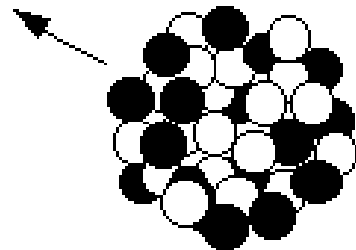
Rozpad beta



Rozpad β

Beta Particle Radiation

Daughter
Nucleus
Calcium-40



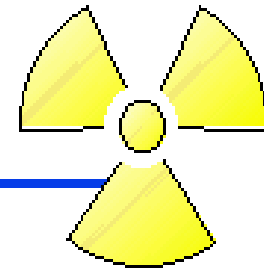
Parent Nucleus
Potassium-40



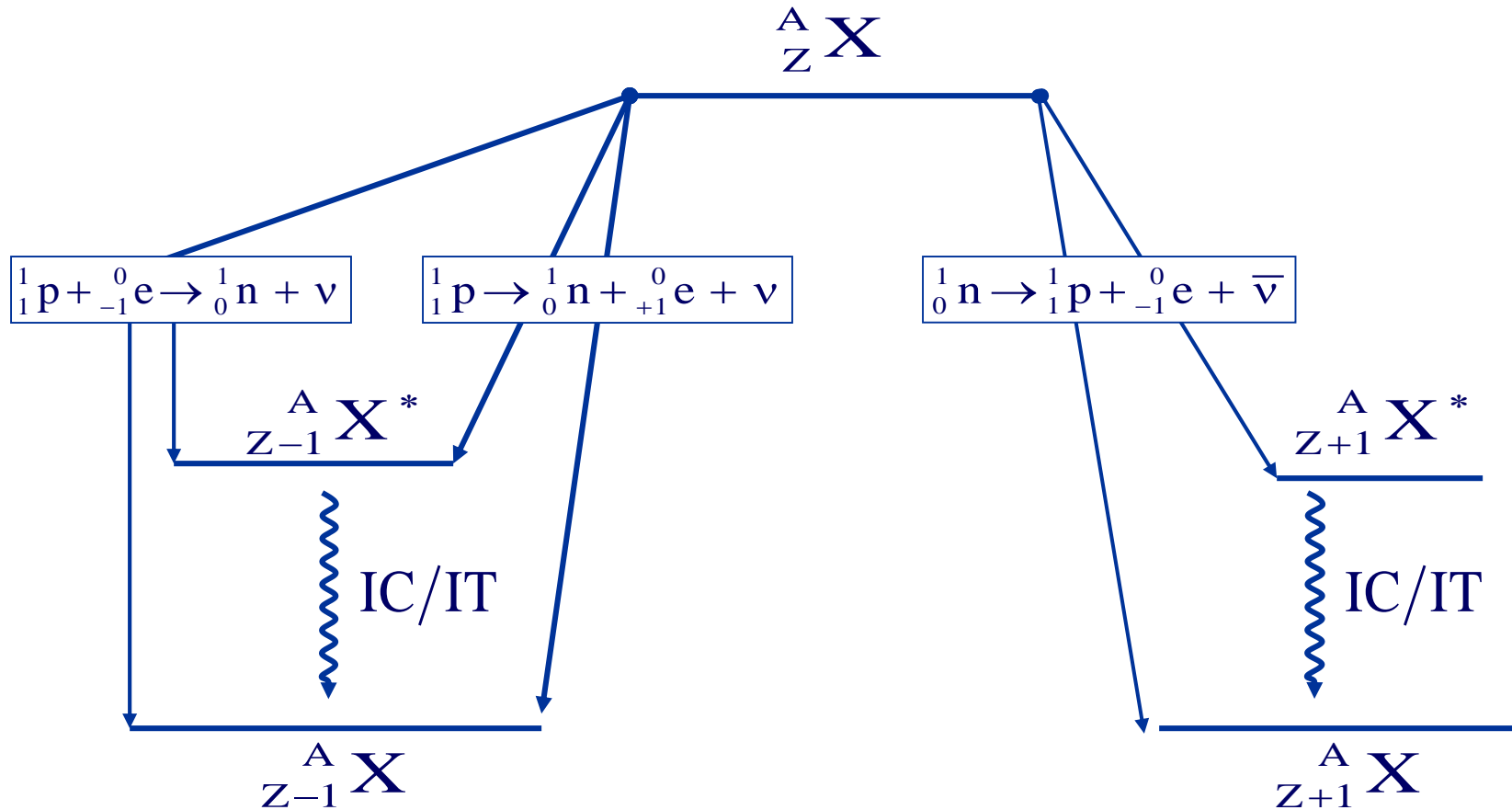
Antineutrino



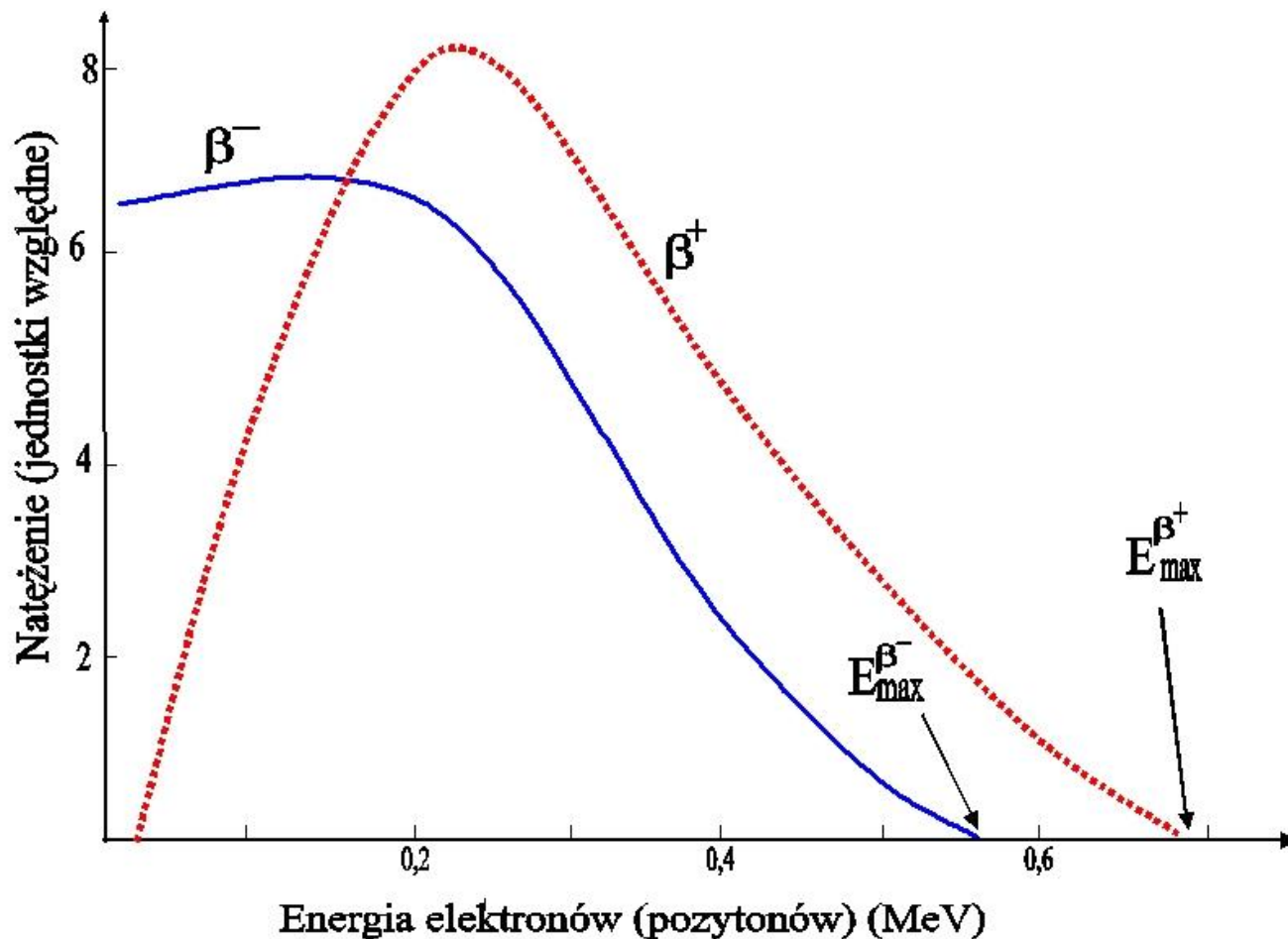
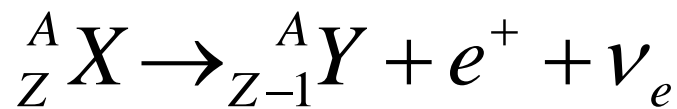
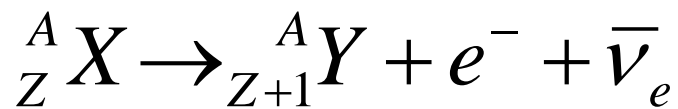
Beta Particle



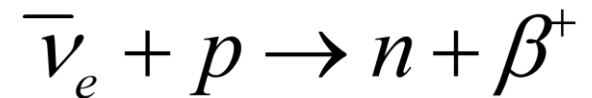
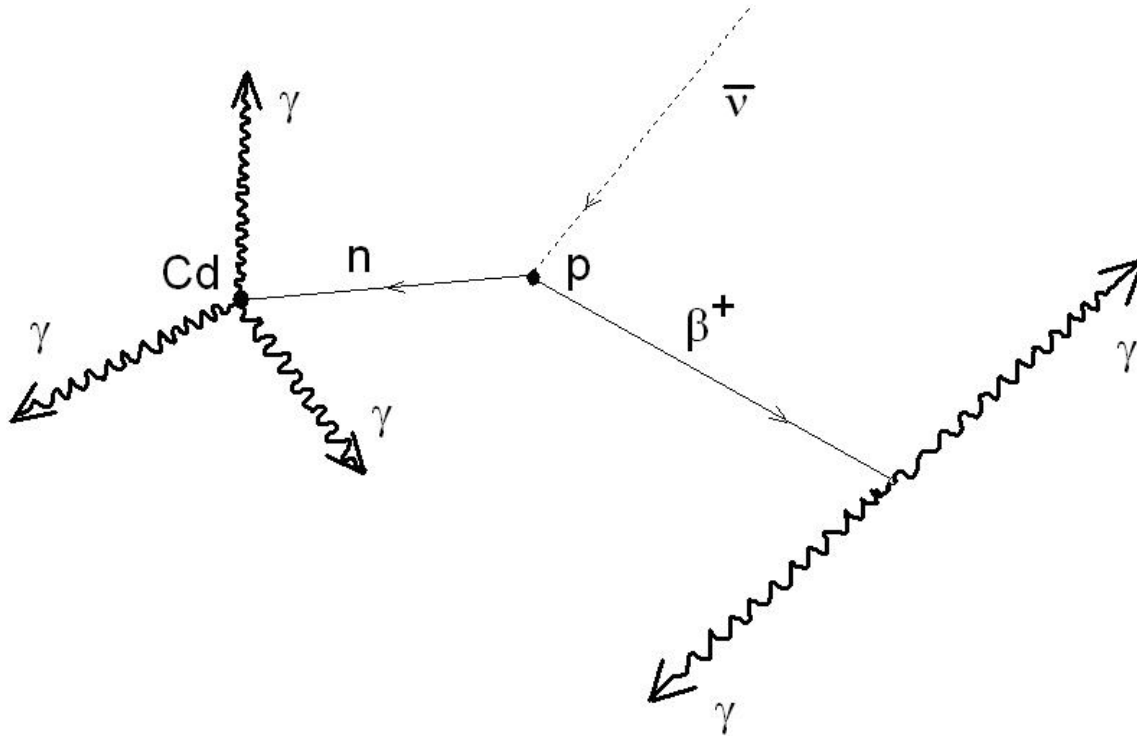
PRZEMIANY RADIOIZOTOPOWE PROMIENIOWANIE BETA (β^+ ; β^-)



Rozpady β - widma

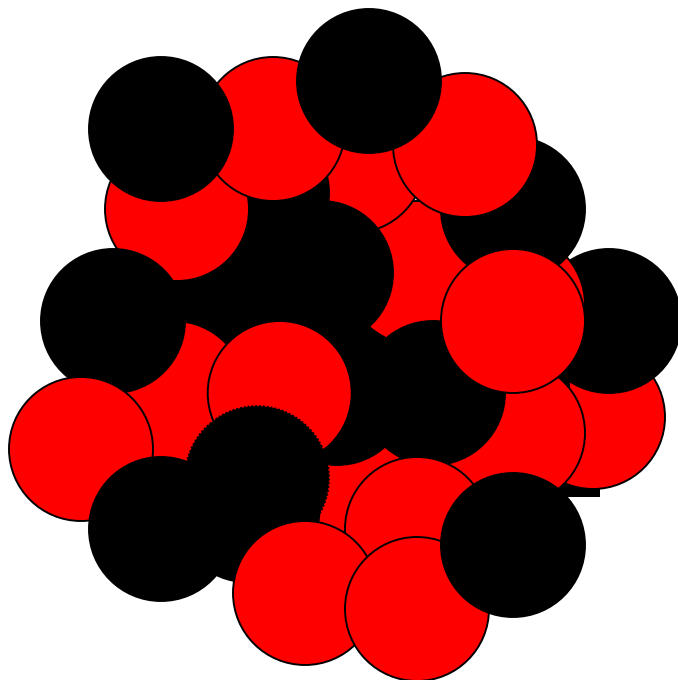


Jak wykryć neutrino



Obfite źródło antyneutrino elektronowych stanowi reaktor jądrowy, bardzo dużą "tarczę" protonów stanowi ciekły scyntylator (ok.1400 litrów)

Wychwyty elektronu



$Z \rightarrow Z-1$

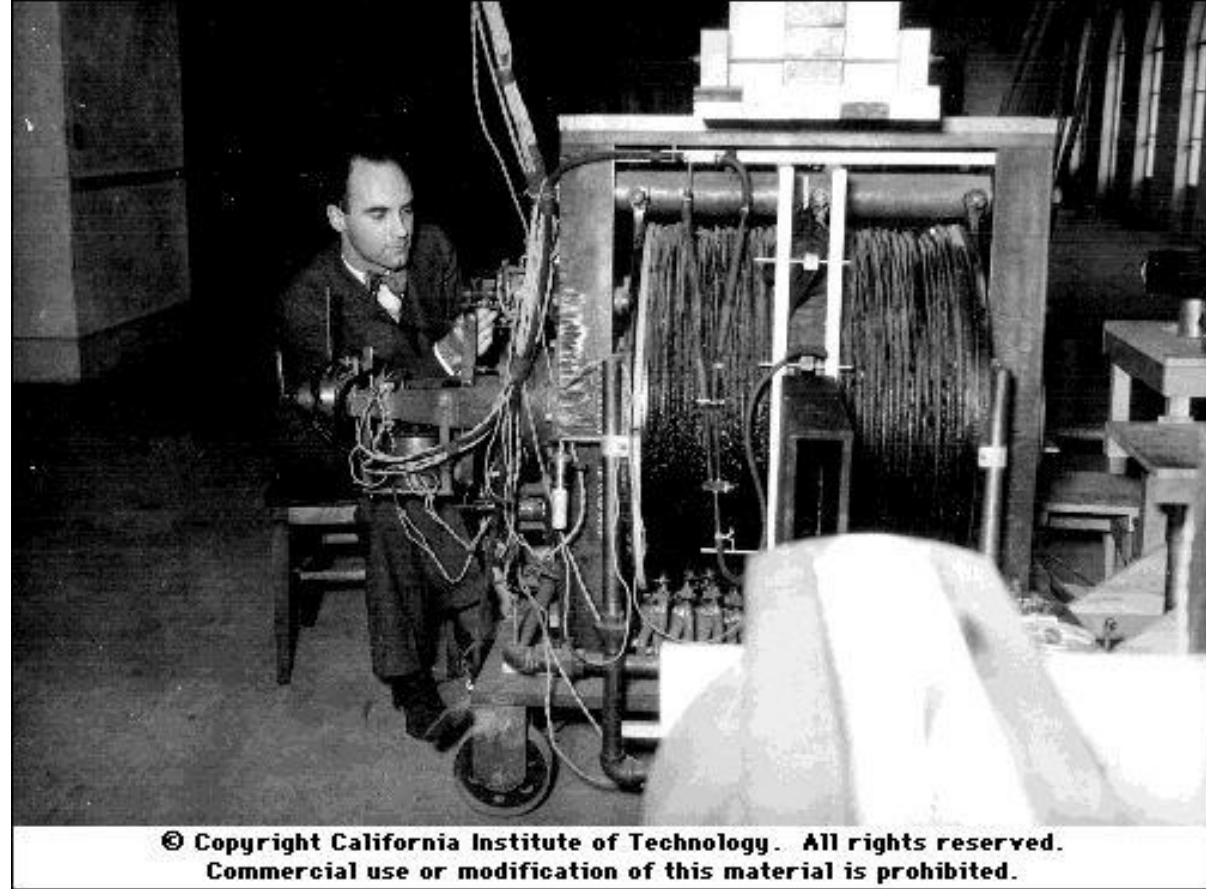
proces dwuciałowy

Rozpady β

Wybrane parametry rozpadów β

Rozpad	Sekwencja spinów i parzystości	T1/2	E _{max} [MeV]
${}^3_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He}$	$\frac{1}{2}^+ \rightarrow \frac{1}{2}^+$	12.5 lat	0.19
${}^{18}_9\text{F} \rightarrow {}^{18}_8\text{O}$	$1^+ \rightarrow 0^-$	1.8 godz	0.64
${}^{11}_6\text{C} \rightarrow {}^{11}_6\text{B}$	$\frac{1}{2}^+ \rightarrow \frac{3}{2}^-$	20.4 min	0.99
$n \rightarrow p$	$\frac{1}{2}^+ \rightarrow \frac{1}{2}^+$	10.6 min	0.782
${}^{14}_6\text{O} \rightarrow {}^{14}_7\text{N}$	$0^+ \rightarrow 0^+$	71.4 s	1.812
${}^6_2\text{He} \rightarrow {}^6_3\text{Li}$	$0^+ \rightarrow 1^+$	0.813 s	3.50

Pozyton - odkrycie



1928 Dirac postuluje istnienie czastki o
masie elektronu i diodatnim ładunku.

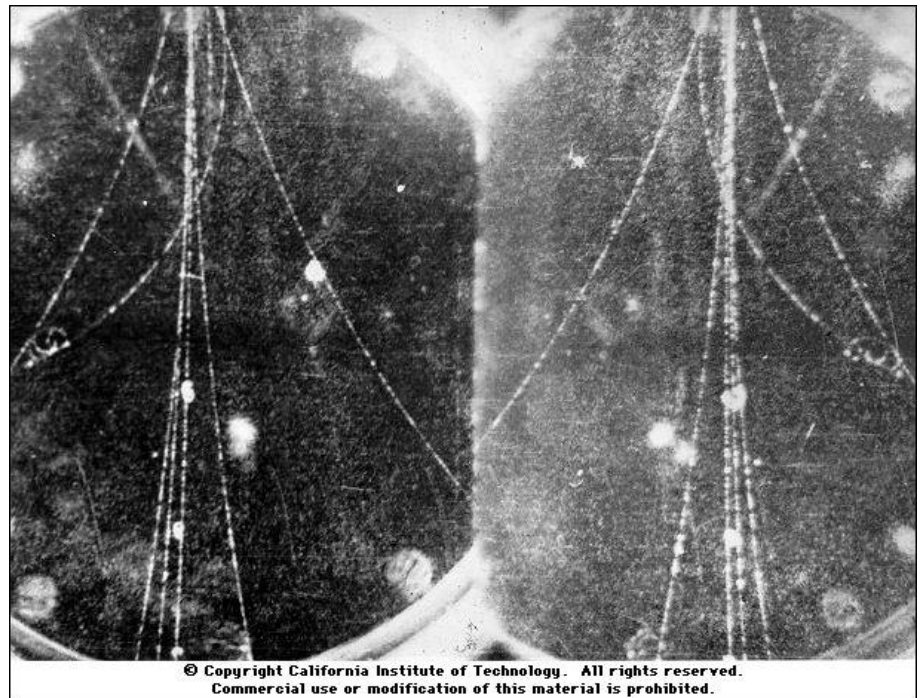
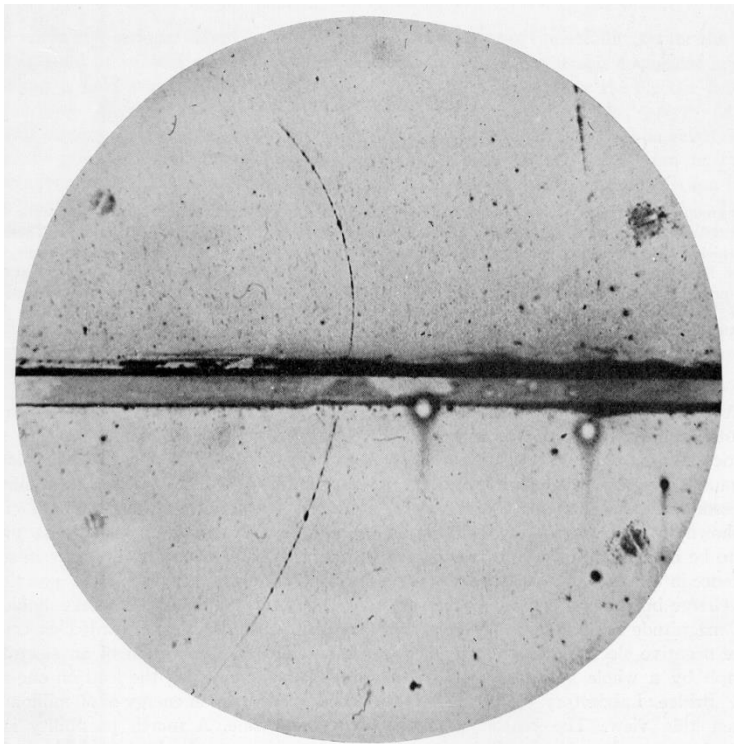
1.III.2022

TJwDTM - Wykład 1

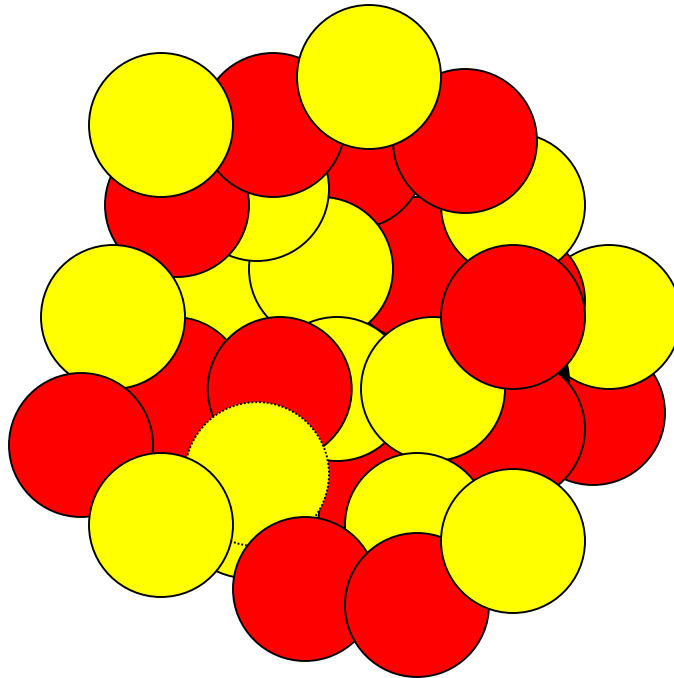
1932 Anderson odkrywa
pozyton

Anderson 1932

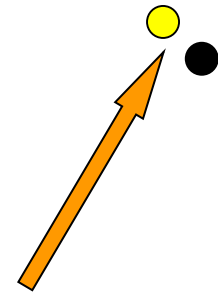
Pierwsza fotografia toru pozytonu w komorze Wilsona zarejestrowana przez Andersona 2 sierpnia 1932 roku



Rozpad β^+

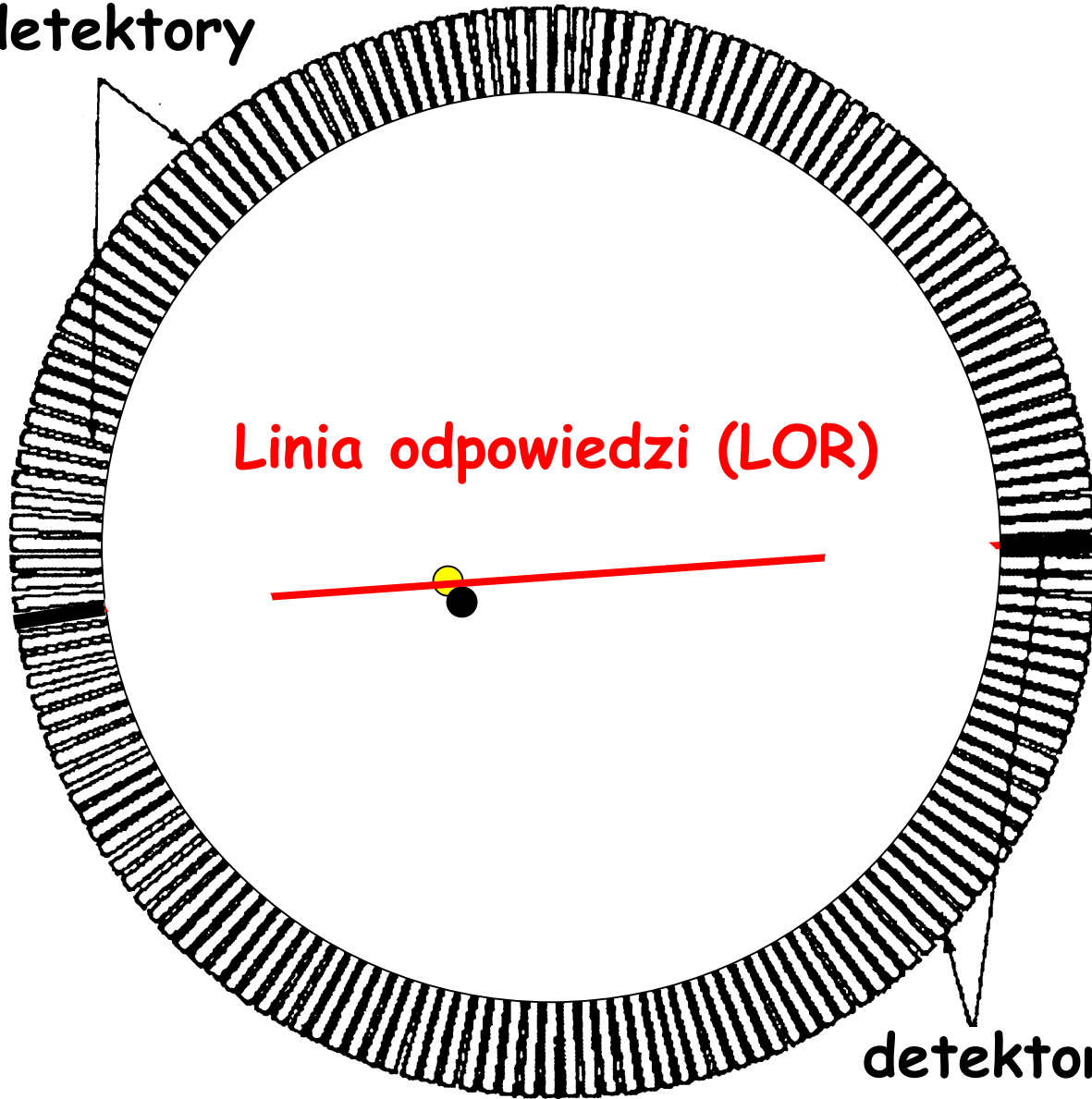


$$Z \rightarrow Z - 1$$



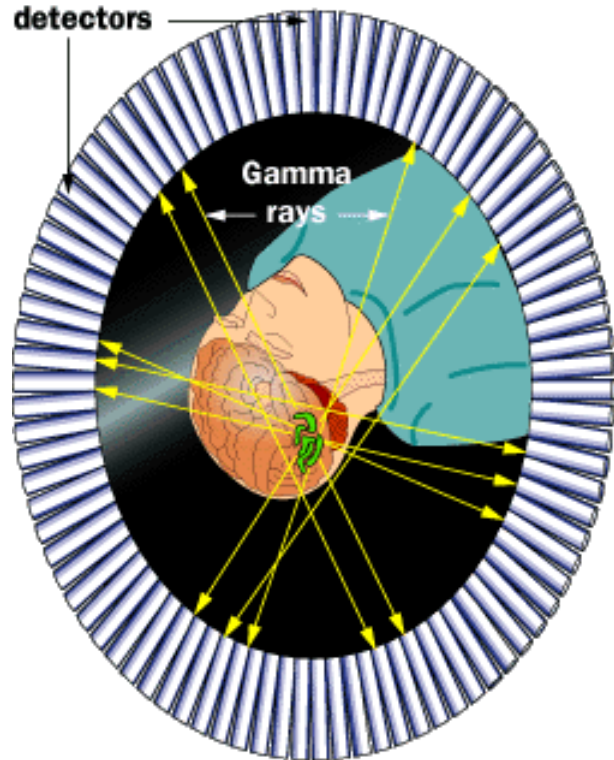
Pozytonium

detektory

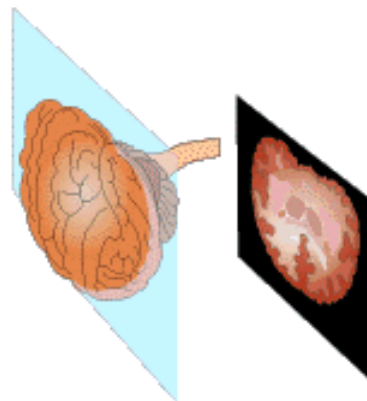


detektory

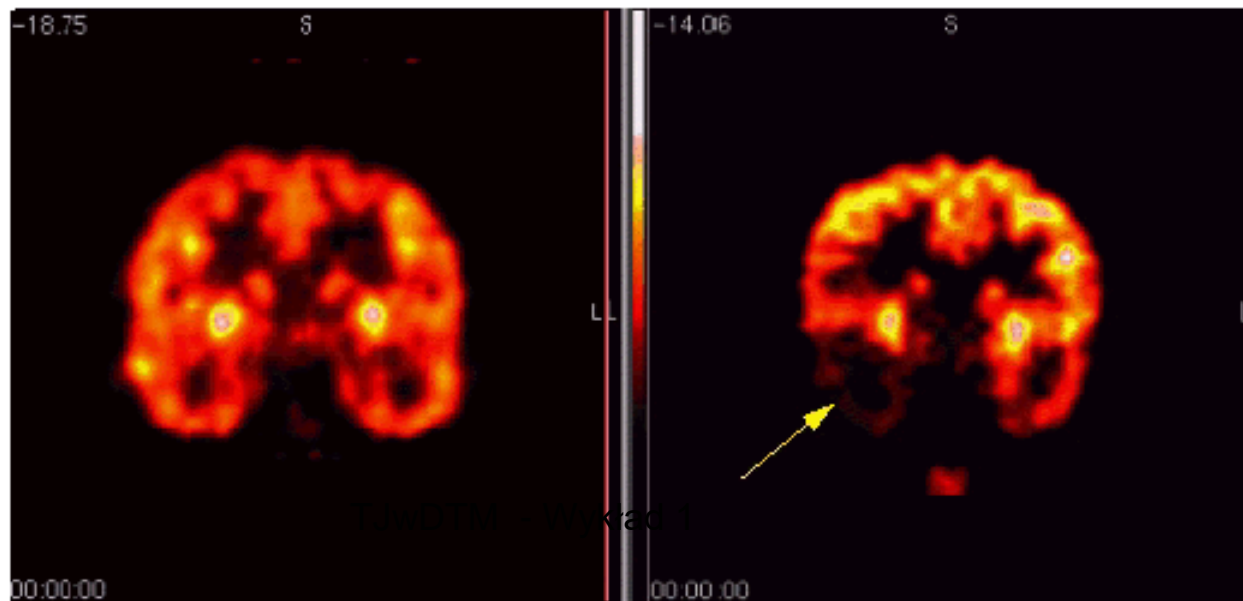
Gamma ray detectors



Jak powstaje obraz PET



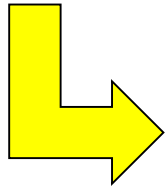
©2000 How Stuff Works



1.III.2022

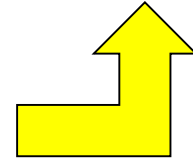


(^{18}F)



$(\text{C}_6\text{O}_5\text{FH}_{11})$

1.III.2022



TJwDTM - Wykład 1