

Od radioaktywnego cukru do medycyny nuklearnej



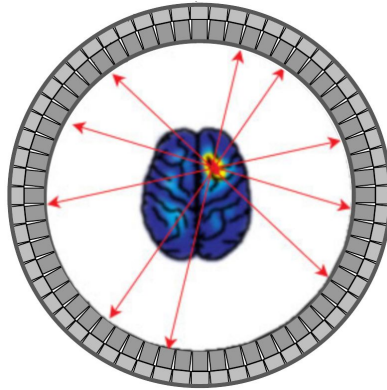
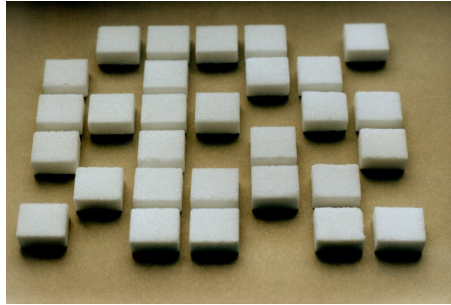
UNIwersytet
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Szymon Niedźwiecki
szymon.niedzwiecki@uj.edu.pl

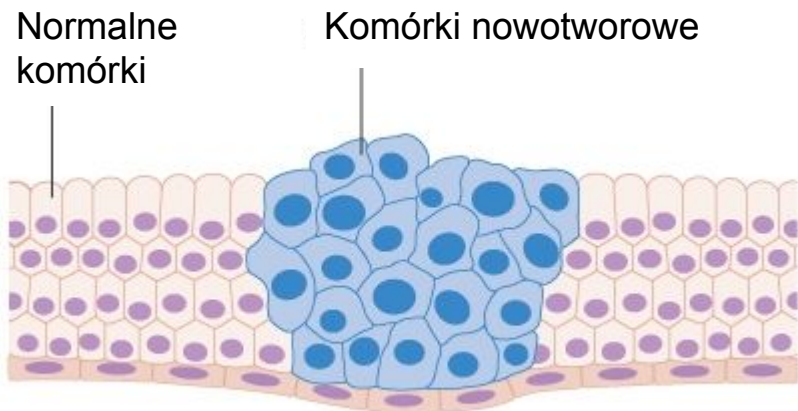


Akademia Fizyki, Kraków, 14.02.2020

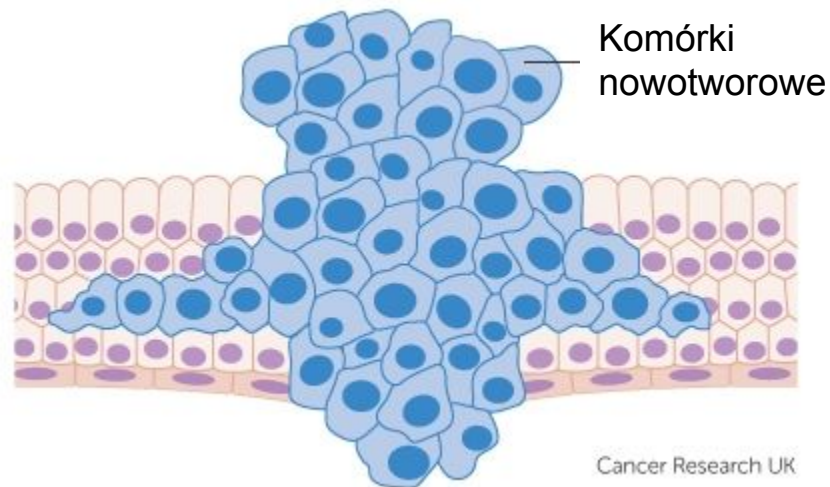
Plan prezentacji



Nowotwory złośliwe

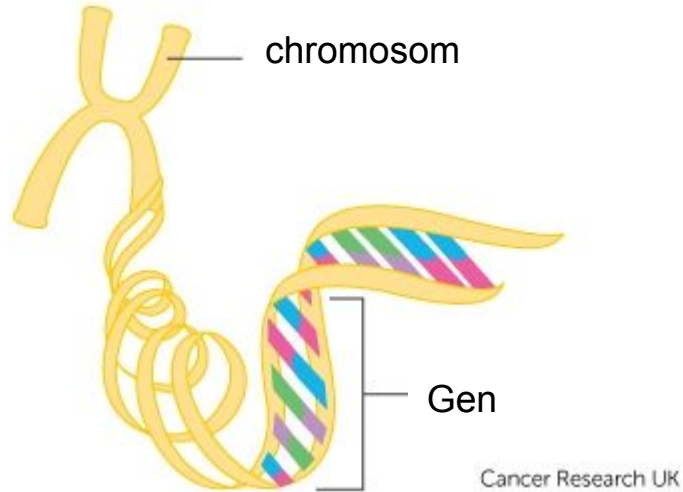


Cancer Research UK



Cancer Research UK

Skąd się bierze rak



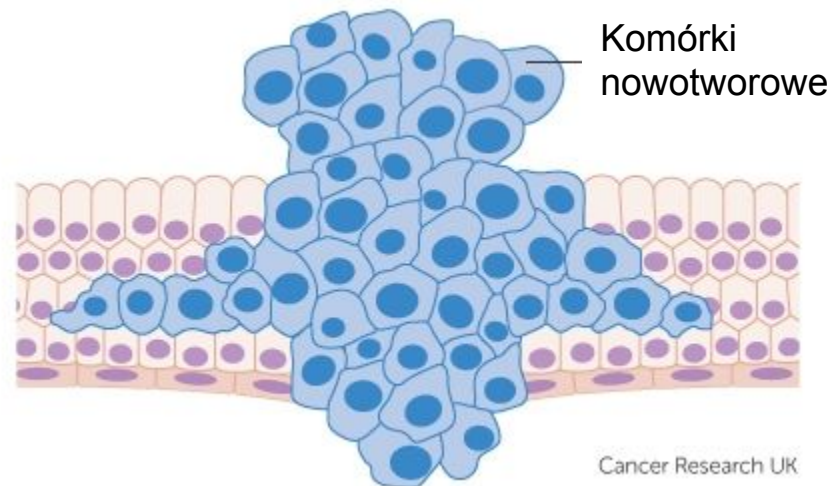
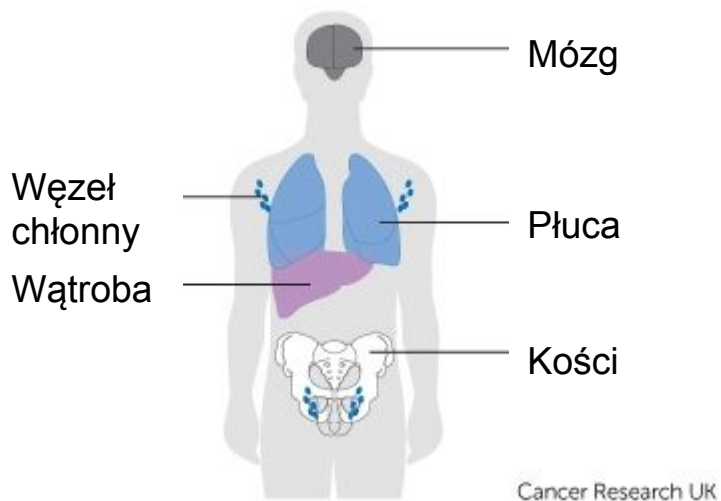
Czynniki powodujące raka:

A). wewnętrzne


B). zewnętrzne:

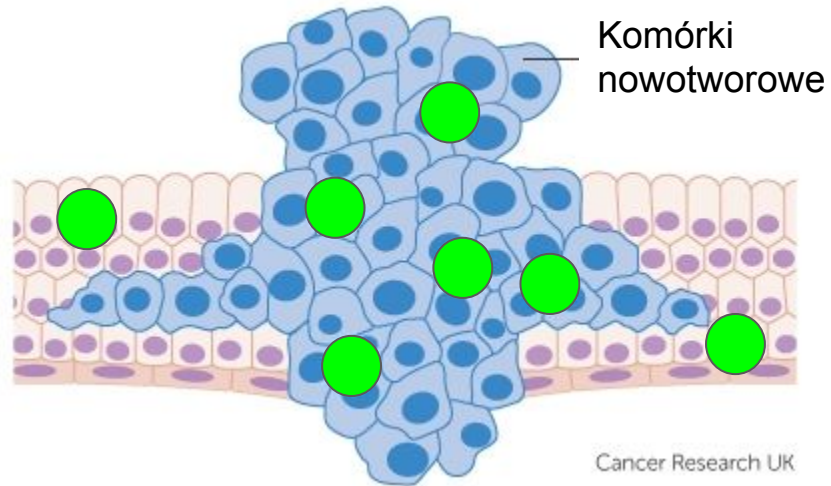
- palenie papierosów, smog;
- promieniowanie jonizujące;
- promieniowanie UV;
- substancje konserwujące;
- ...

Najczęstsze miejsca przerzutów

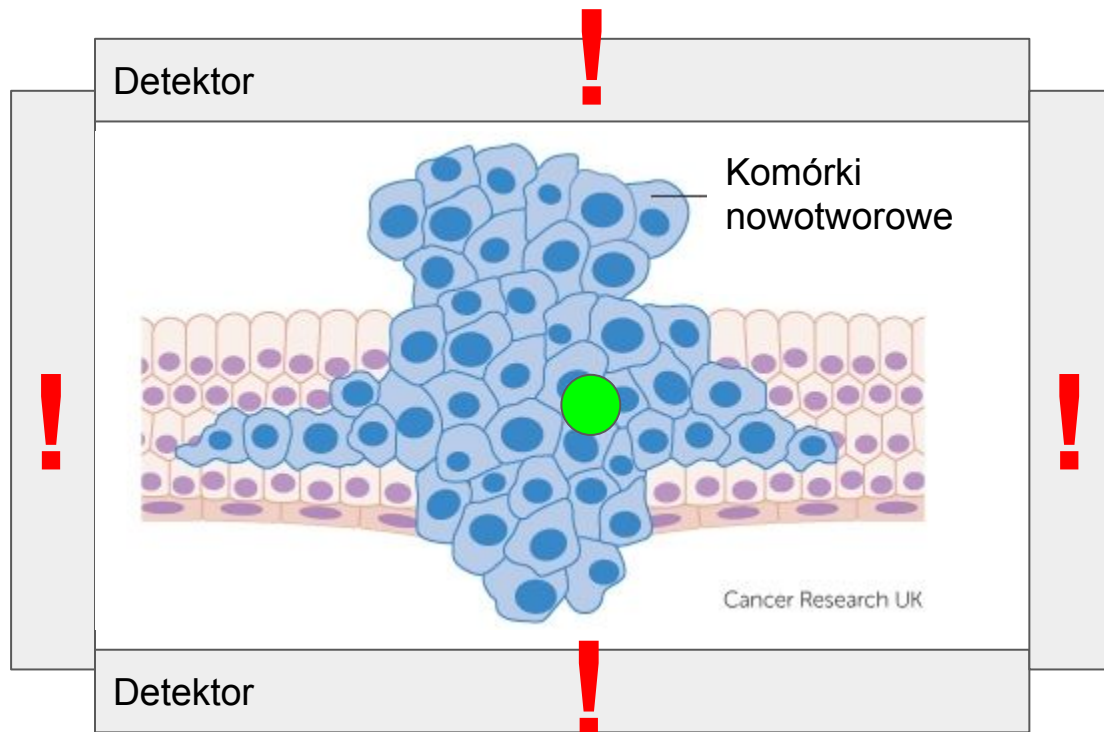


Nowotwory i ich metabolizm

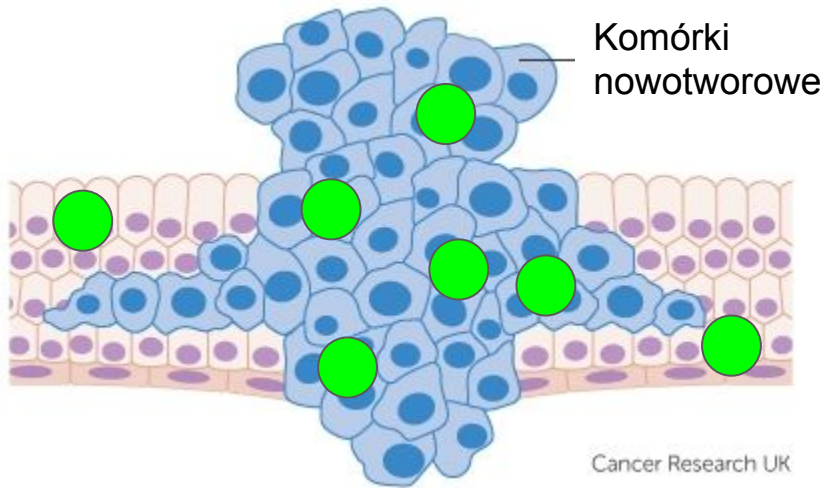
 - cukier



Medycyna nuklearna



Plan działania:



A). Znaleźć komórki nowotworowe

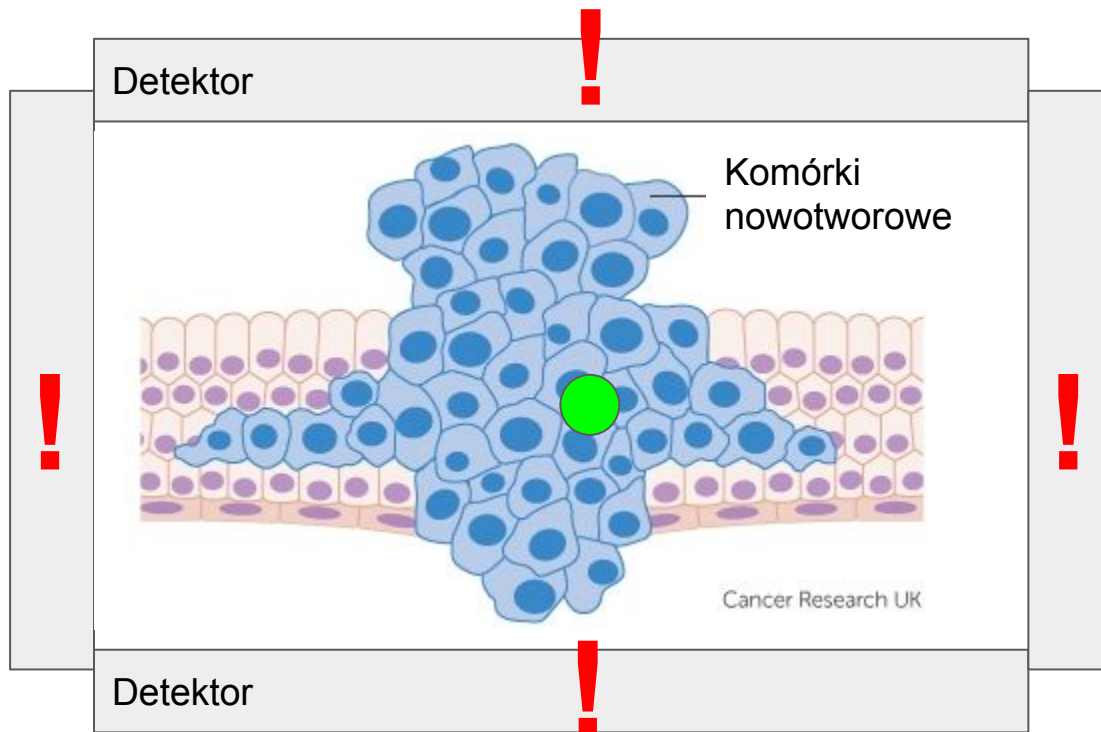
B). Zniszczyć komórki nowotworowe

Znajdowanie nowotworów

Zadanie 1:
dostarczyć cukier

Zadanie 2:
cukier musi wysłać
informację gdzie jest

Zadanie 3:
złapać informację i
odkryć miejsce wysyłki



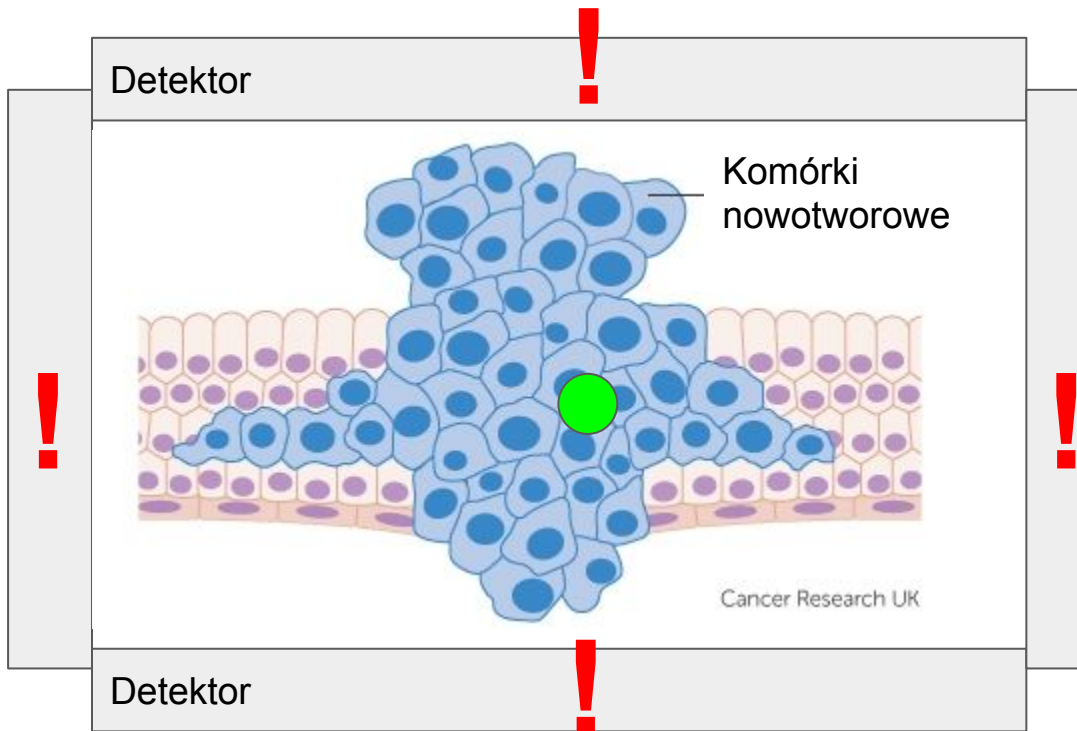
Znajdowanie nowotworów

Zadanie 1:
dostarczyć cukier

Odp: zadanie 1:
zastrzyk

Zadanie 2:
cukier musi wysłać
informację gdzie jest

Zadanie 3:
złapać informację i
odkryć miejsce wysyłki



Promieniotwórczość

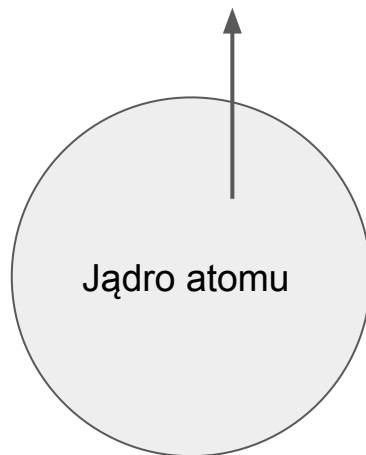
Lista podstawowa:

- Cząstki alfa
- Neutrony
- Protony
- Elektrony i pozytony
- Kwanty gamma / fotony

Promieniotwórczość

Lista podstawowa:

- Cząstki alfa
- Neutrony
- Protony
- Elektrony i pozytony
- **Kwanty gamma / fotony**



Kwanty gamma:

masa = 0

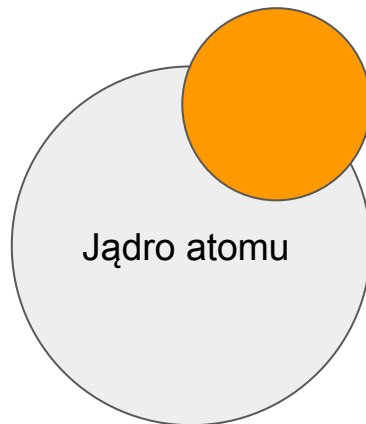
ładunek = 0

zasięg w ciele człowieka = metry
tym wyższy im wyższa energia

Promieniotwórczość

Lista podstawowa:

- Cząstki alfa
- Neutrony
- Protony
- **Elektrony i pozytony**
- Kwanty gamma / fotony



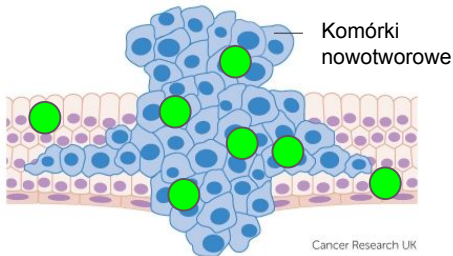
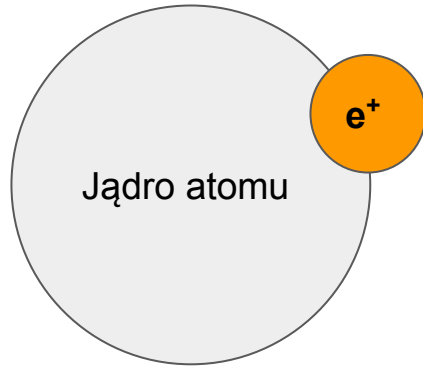
Elektrony / pozytony:
masa = $1.674927471 \times 10^{-27}$ kg
ładunek = -1 e / +1 e
zasięg w ciele człowieka = mm

masa protonu do elektronu ma się jak
4 słonie do dorosłego mężczyzny

UWAGA:
pozyton jest antycząstką elektronu

Rozpad Beta Plus (β^+)

$$p = n + e^+ + \nu_e$$



Pozytony:

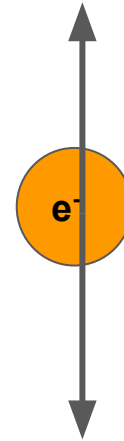
masa = $1.674927471 \times 10^{-27}$ kg

ładunek = +1 e

zasięg w ciele człowieka = mm

UWAGA:

pozyton jest antycząstką elektronu



e⁺ = pozyton

e⁻ = elektron

→ = kwant gamma γ

Znajdowanie nowotworów

Zadanie 1:
dostarczyć cukier

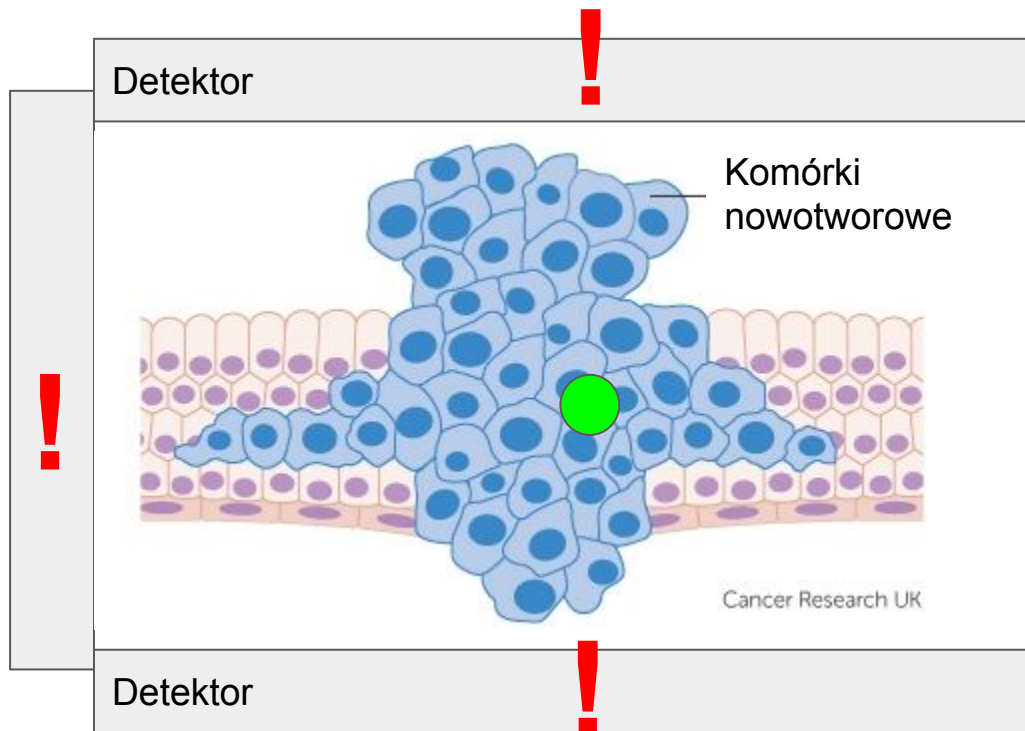
Odp: zadanie 1:
zastrzyk

Zadanie 2:
cukier musi wysłać
informację gdzie jest

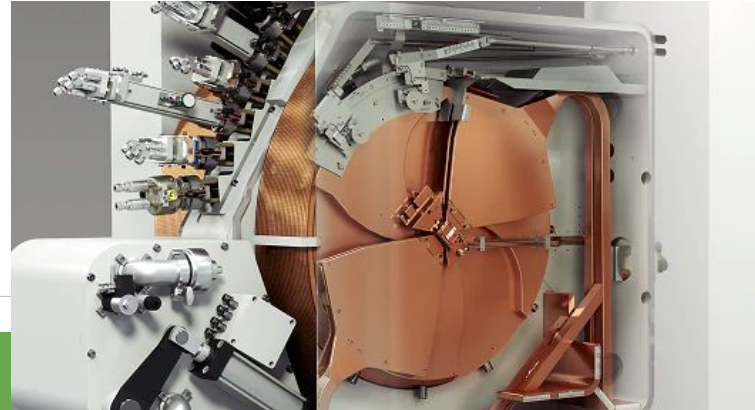
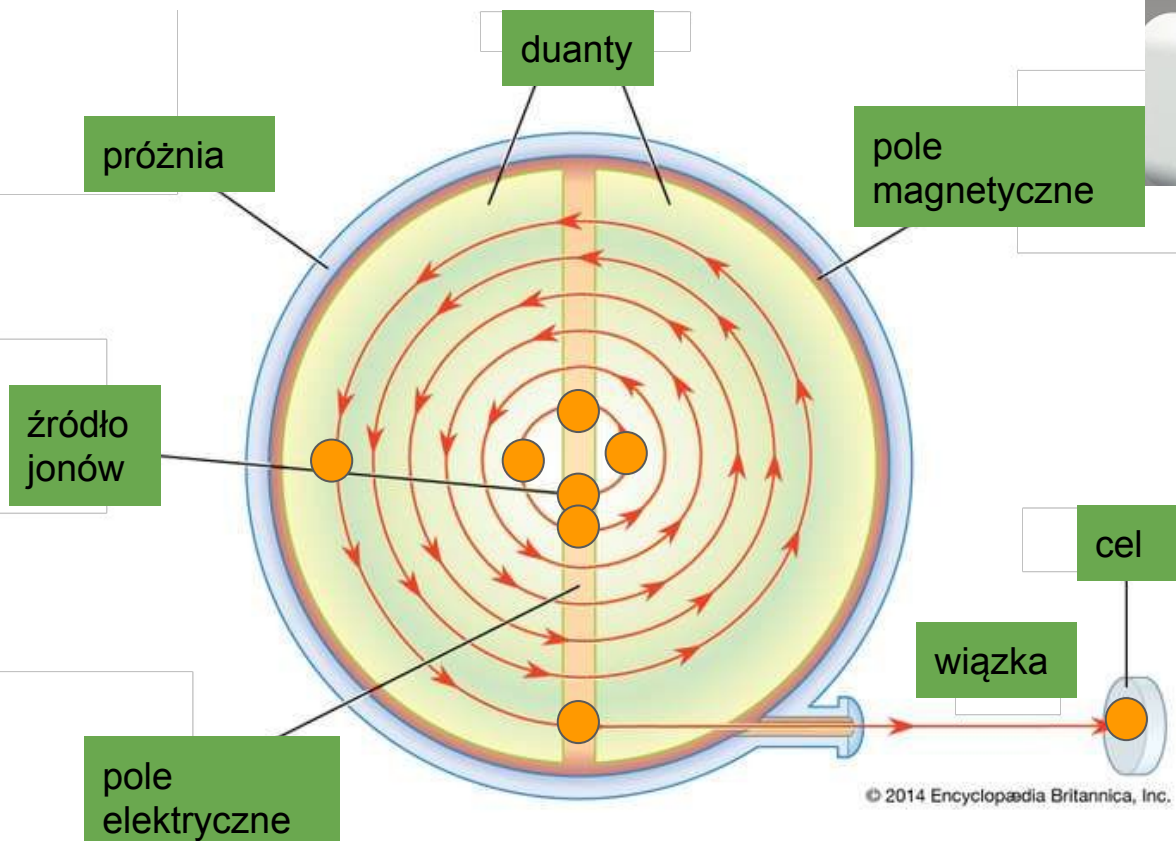
Odp: zadanie 2:
cukier musi rozpaść
się emitując pozyton

Zadanie 3:
złapać informację i
odkryć miejsce wysyłki

Ale jak zrobić cukier
emitujący
pozytony?!



Produkcja izotopów




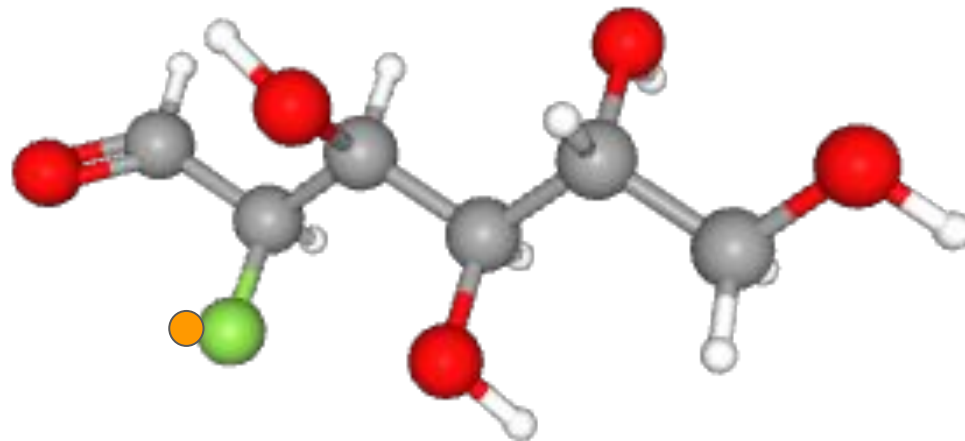
Źródło:
<https://www.gehealthcare.com/products/molecular-imaging/cyclotrons>

Roztwór: wody i fluoru
 H_2O i F

Cukier promieniotwórczy



 - cukier



Znajdowanie nowotworów

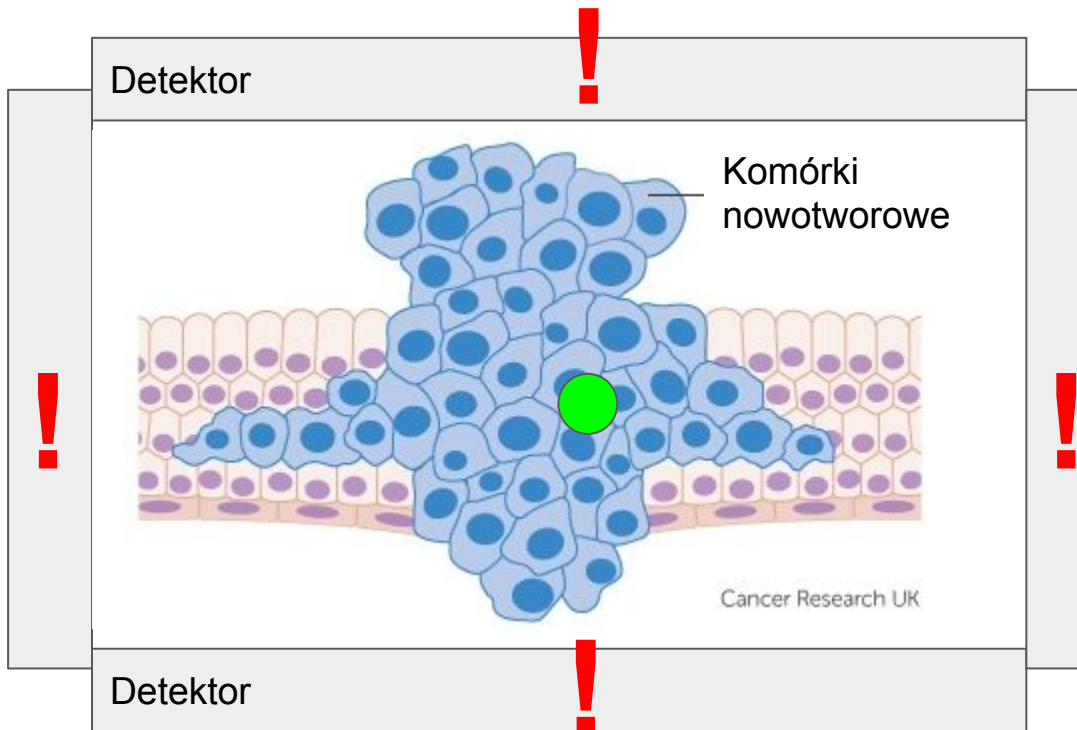
Zadanie 1:
dostarczyć cukier

Odp: zadanie 1:
zastrzyk

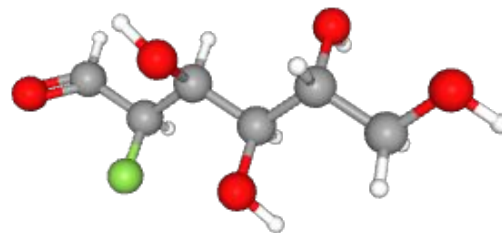
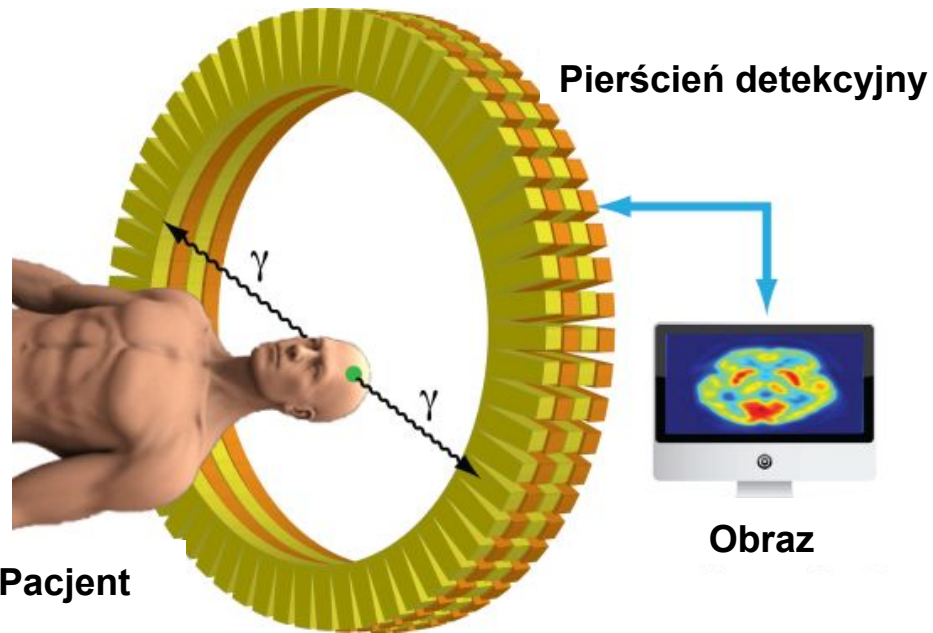
Zadanie 2:
cukier musi wysłać
informację gdzie jest

Odp: zadanie 2:
cukier musi rozpaść
się emitując pozyton

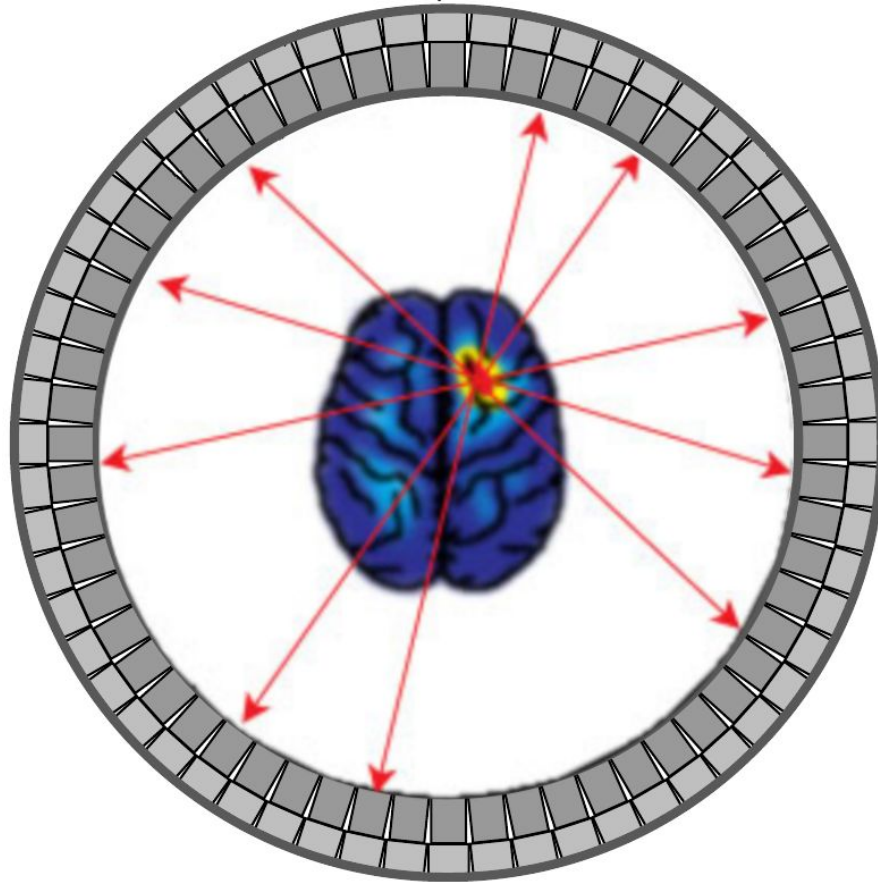
Zadanie 3:
złapać informację i
odkryć miejsce wysyłki



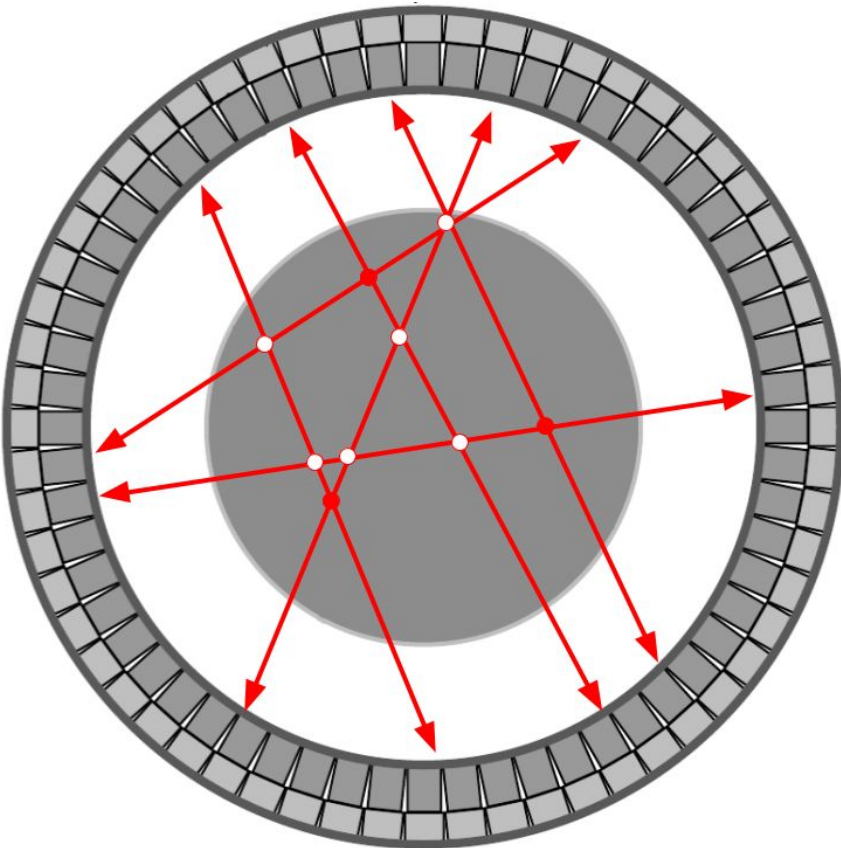
Zasada działania skanera Pozytonowo Emisyjnej Tomografii (PET)



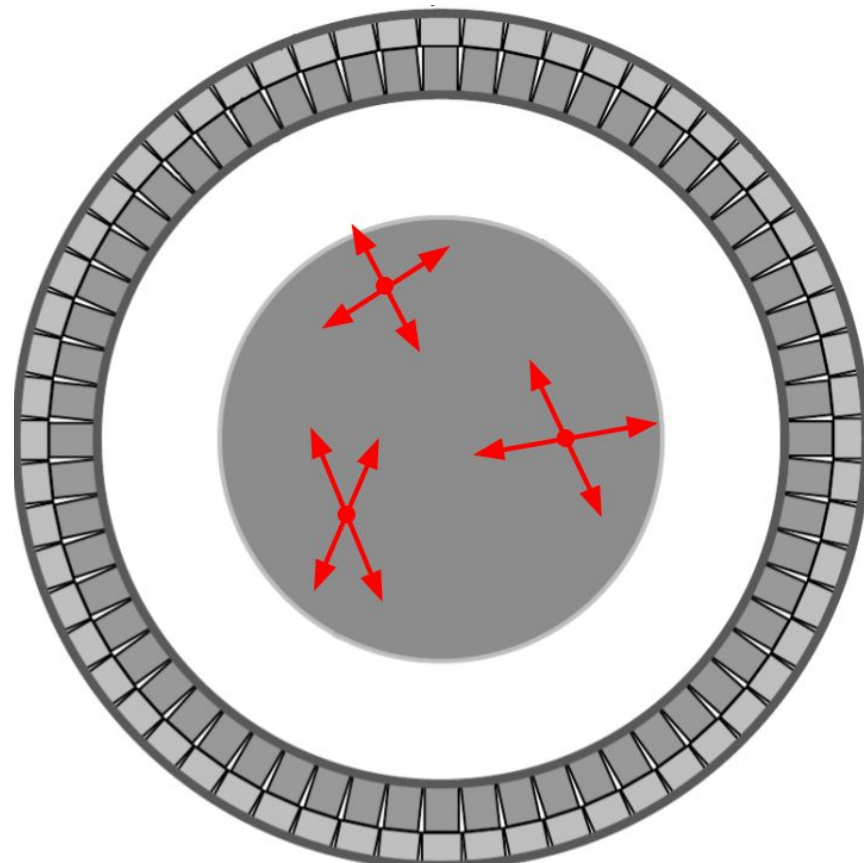
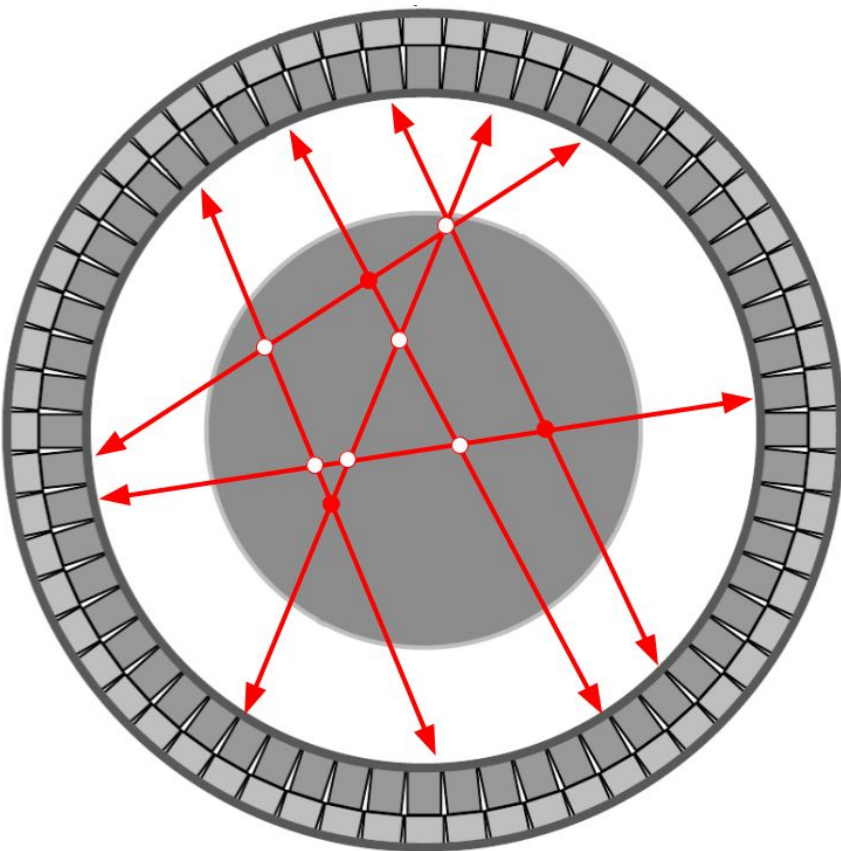
Obraz w PET



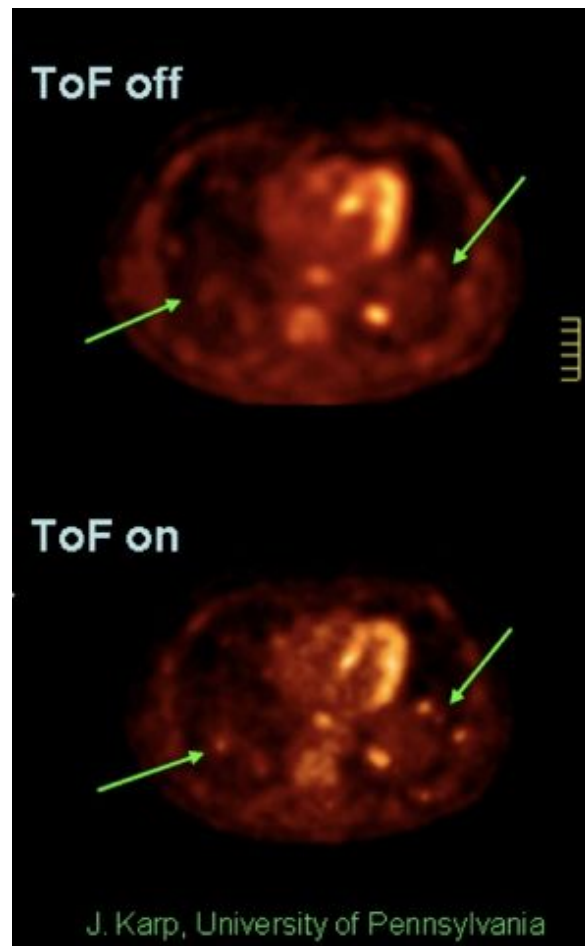
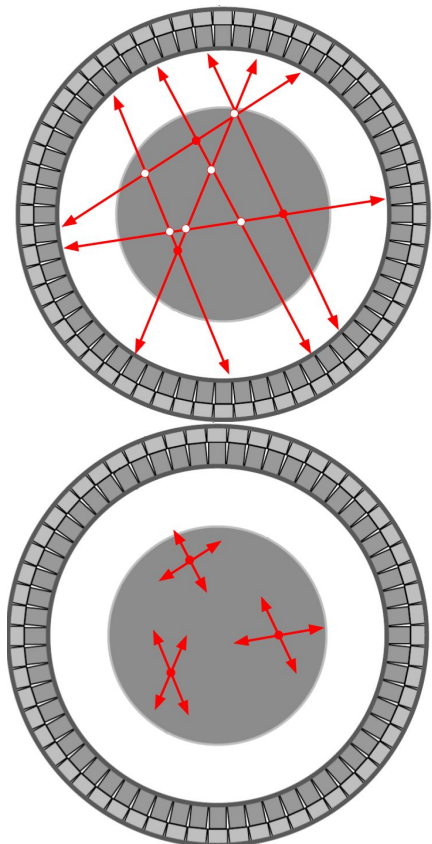
Metoda czasu przelotu



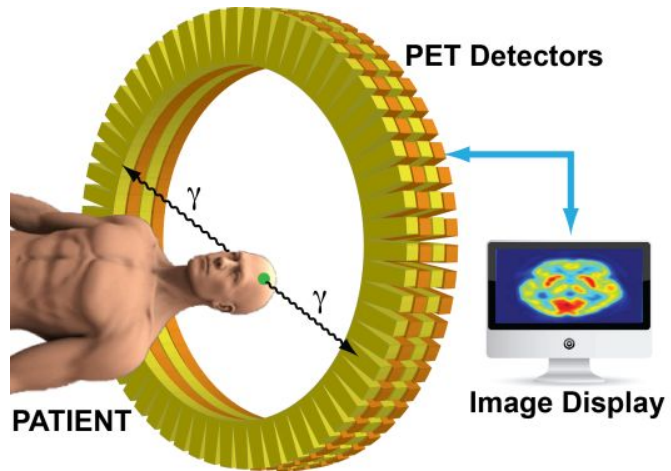
Metoda czasu przelotu



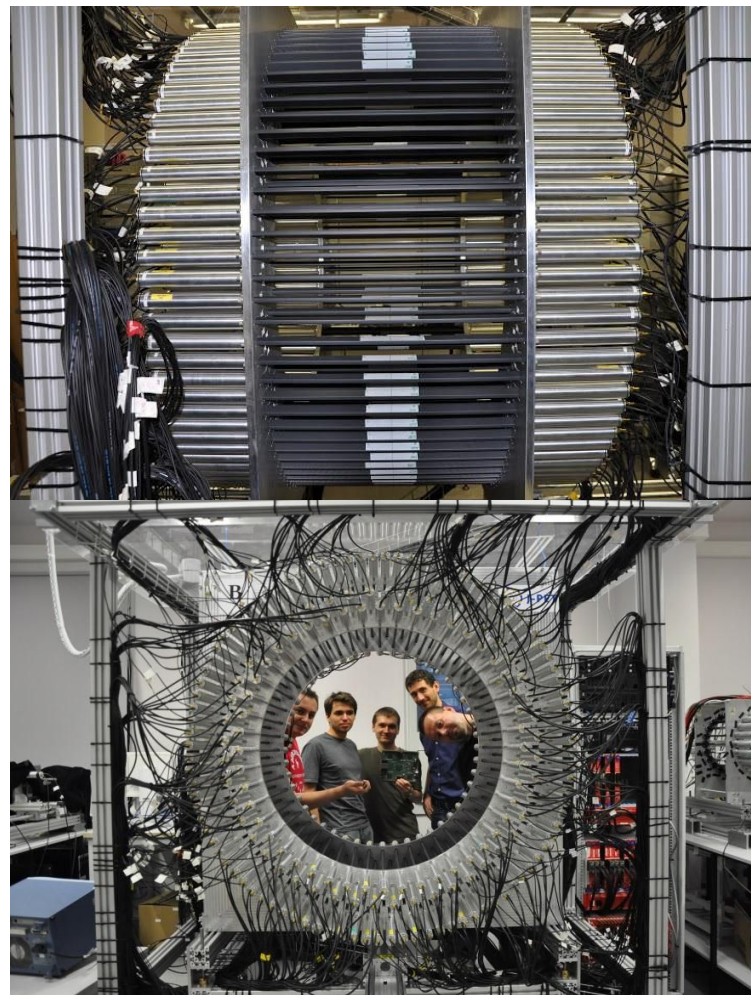
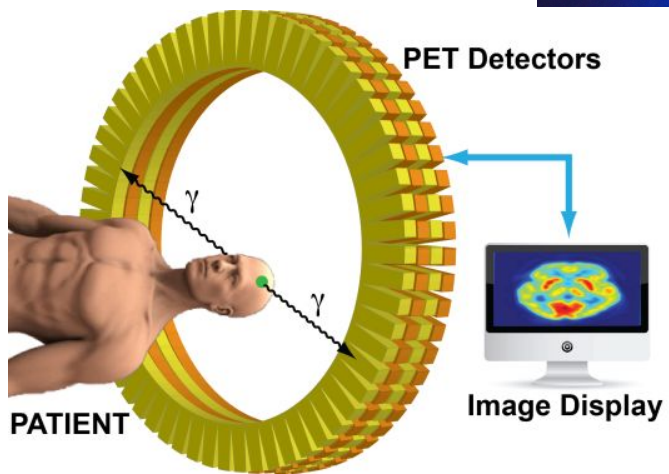
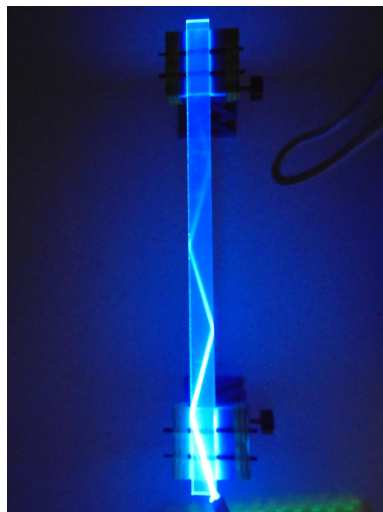
Metoda czasu przelotu

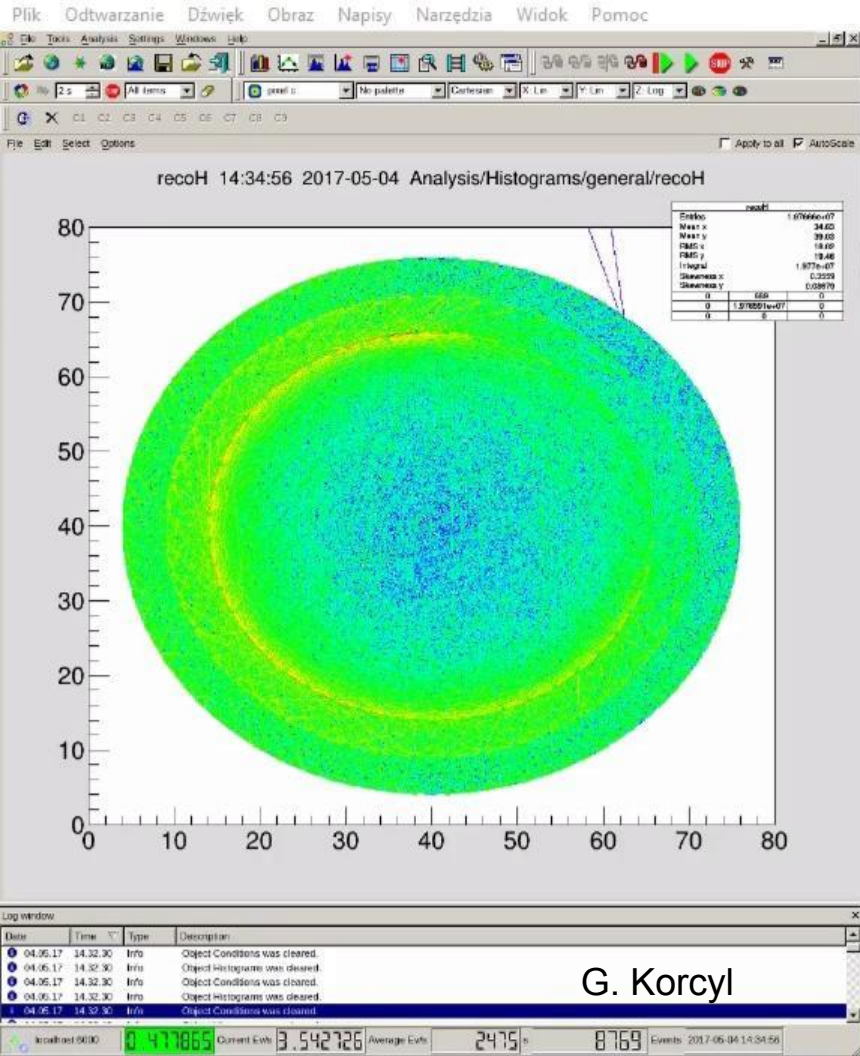


J-PET



J-PET





G. Korcyl





0 min 42 sec



Znajdowanie nowotworów

Zadanie 1:
dostarczyć cukier

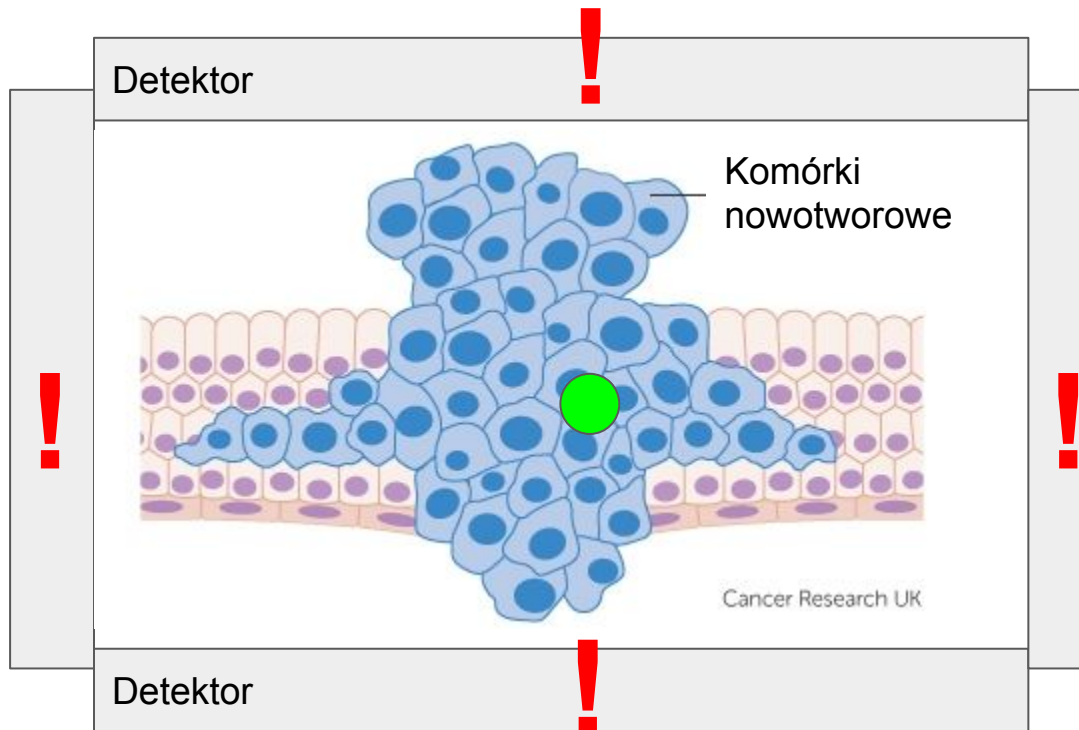
Odp: zadanie 1:
zastrzyk

Zadanie 2:
cukier musi wysłać
informację gdzie jest

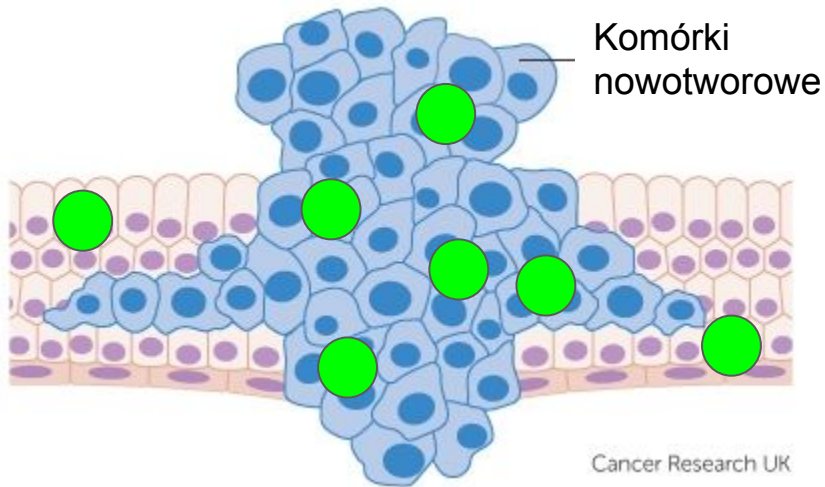
Odp: zadanie 2:
cukier musi rozpaść
się emitując pozyton

Zadanie 3:
złapać informację i
odkryć miejsce wysyłki

odp: zdanie 3:
używamy skanera
Pozytonowej
Emisyjnej Tomografii



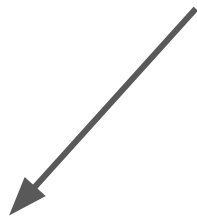
Plan działania:



A). Znaleźć komórki nowotworowe

B). Zniszczyć komórki nowotworowe

Leczenie nowotworów

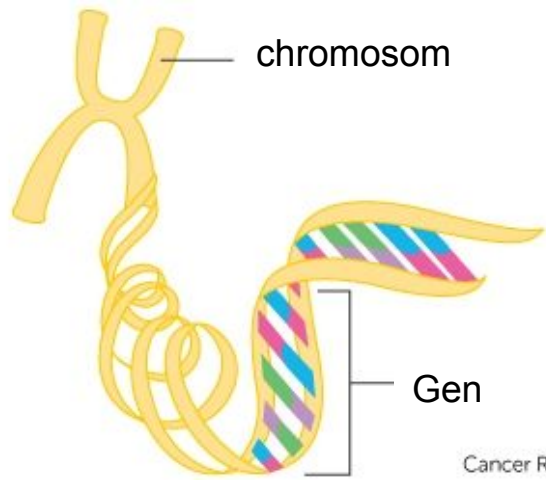
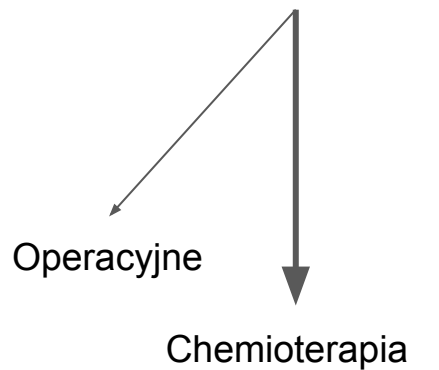


Operacyjne

<https://www.fakt.pl/wydarzenia/polska/lodz/wycieli-guza-pluc-nowa-metoda/y2gm08y>



Leczenie nowotworów

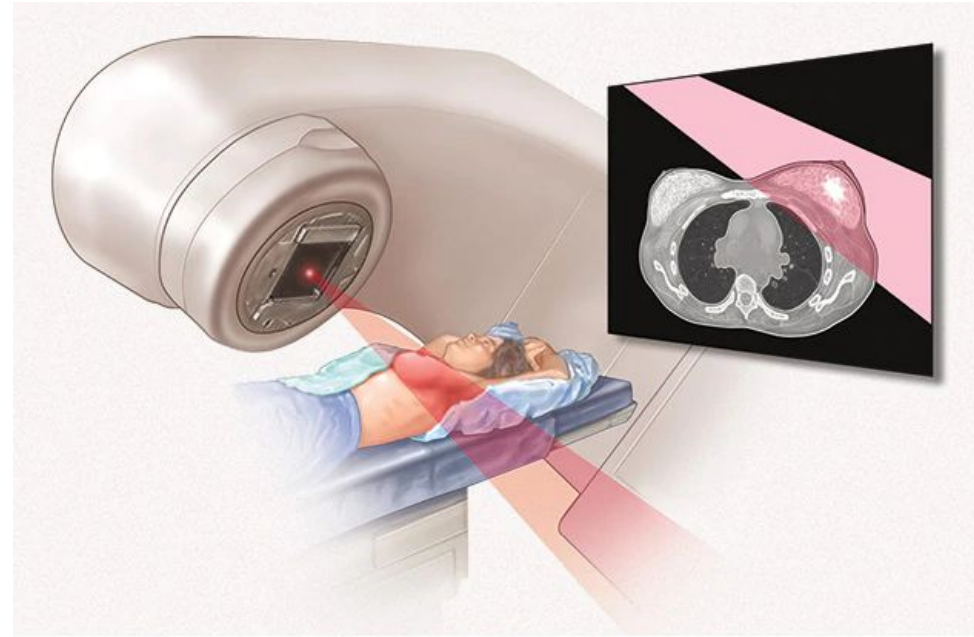
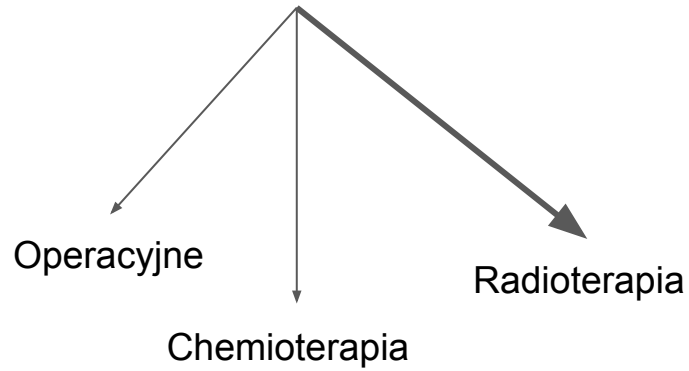


Cancer Research UK



<https://www.zwrotnikraka.pl/chemioterapia-jak-dziala/>

Leczenie nowotworów



© MAYO FOUNDATION FOR MEDICAL EDUCATION AND RESEARCH. ALL RIGHTS RESERVED.

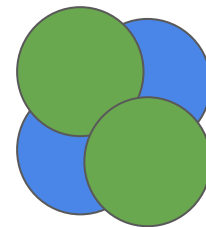
Radioterapia

Gamma

Neutrony

Protony

Terapia celowana



CyberKnife

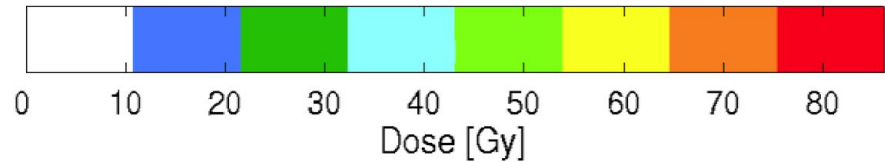
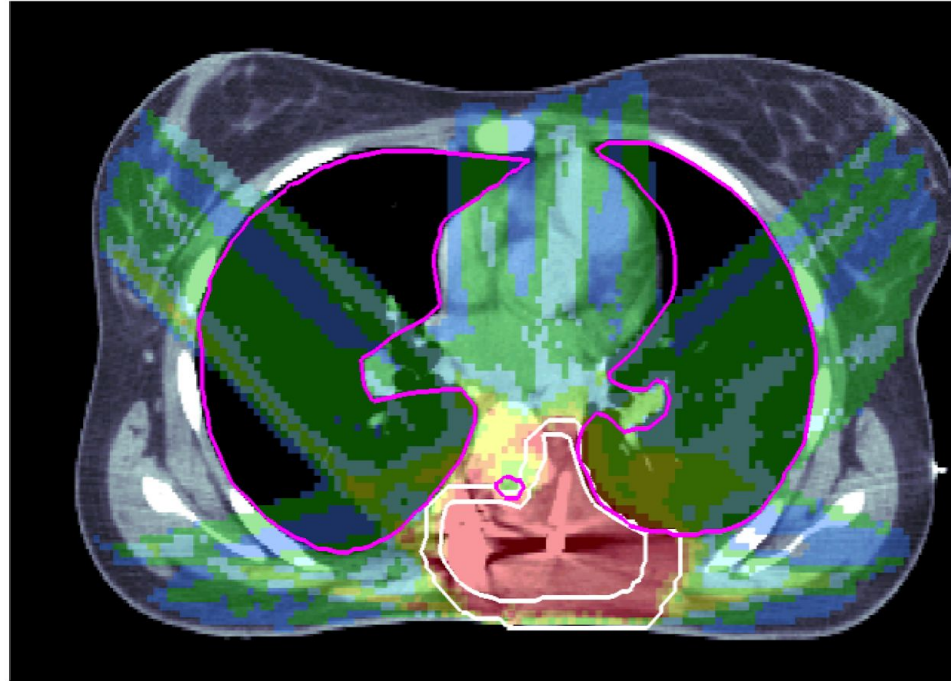
nóż z fotonów



Klasyczna radioterapia



INTENSITY MODULATED X-RAY

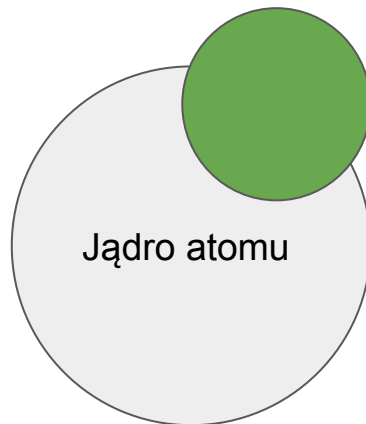


Cancers 2015, 7(1), 460-480;
<https://doi.org/10.3390/cancers7010460>

Promieniotwórczość

Lista podstawowa:

- Cząstki alfa
- Neutrony
- **Protony**
- Elektrony i pozytony
- Kwanty gamma / fotony



Protony:

masa = jak neutrony

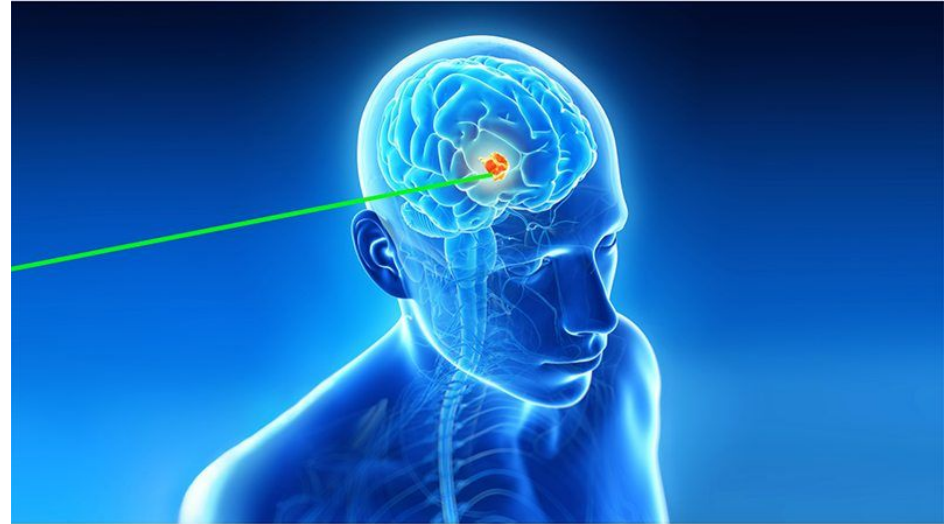
ładunek = +1e

zasięg w ciele człowieka = cm

UWAGA:

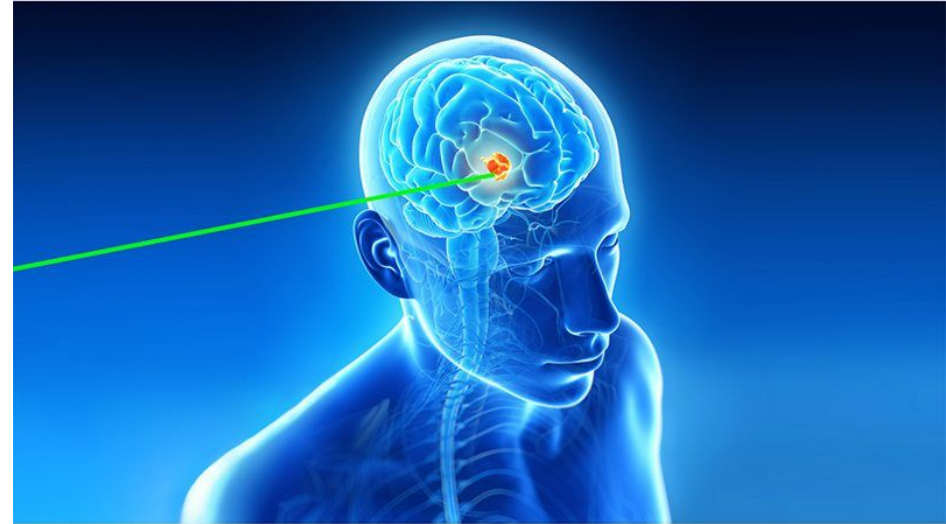
Deponuje najwięcej energii gdy ma małą prędkość

Terapia protonowa



<https://www.nurse.com/blog/2018/05/23/nurse-navigator-touts-proton-therapy-and-solid-rn-teams/>

Terapia protonowa

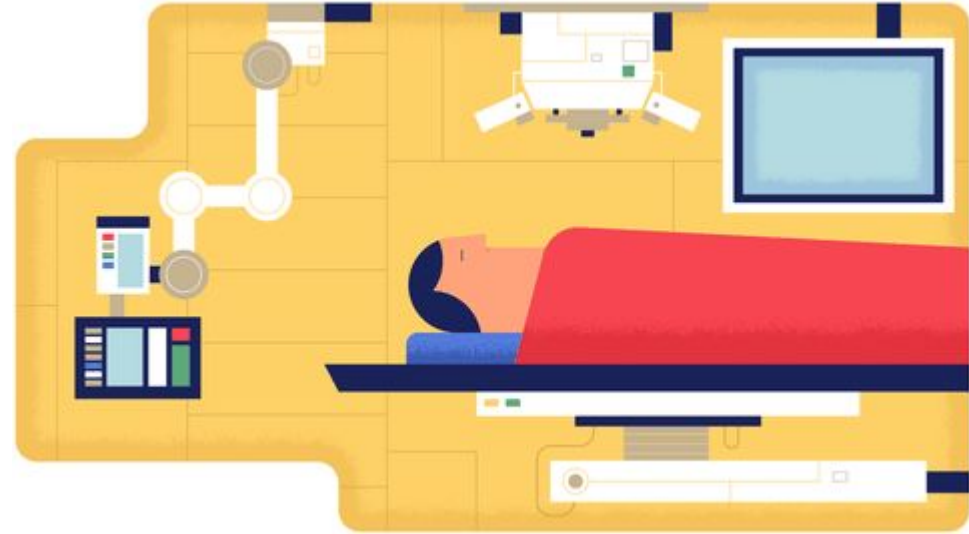


<https://www.nurse.com/blog/2018/05/23/nurse-navigator-touts-proton-therapy-and-solid-rn-teams/>

Terapia protonowa



Centrum Cyklotronowe
Bronowice, IFJ PAN, Kraków



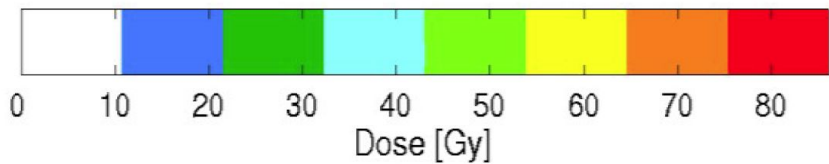
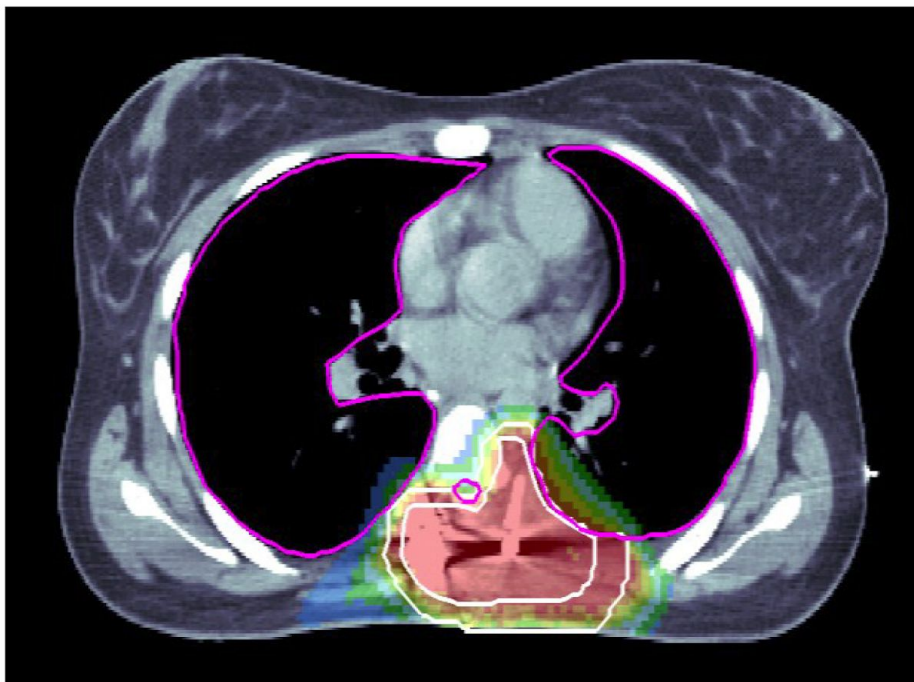
Terapia protonowa



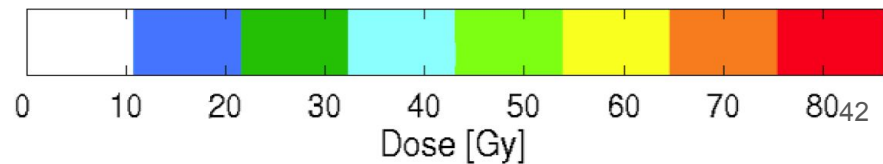
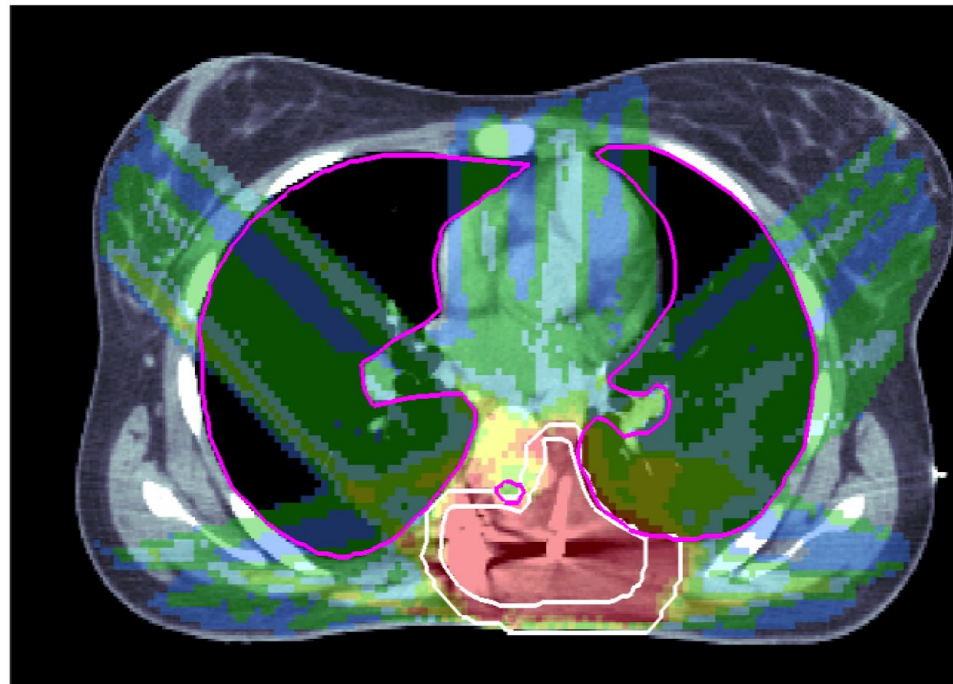
https://ccb.ifj.edu.pl/pl.przebieg_radioterapii_na_gantry.html

Terapia protonowa

PROTON



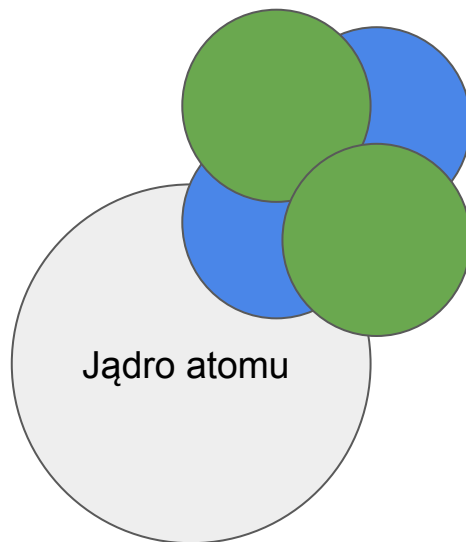
INTENSITY MODULATED X-RAY



Promieniotwórczość

Lista podstawowa:

- **Cząstki alfa**
- Neutrony
- Protony
- Elektrony i pozytony
- Kwanty gamma / fotony



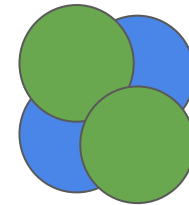
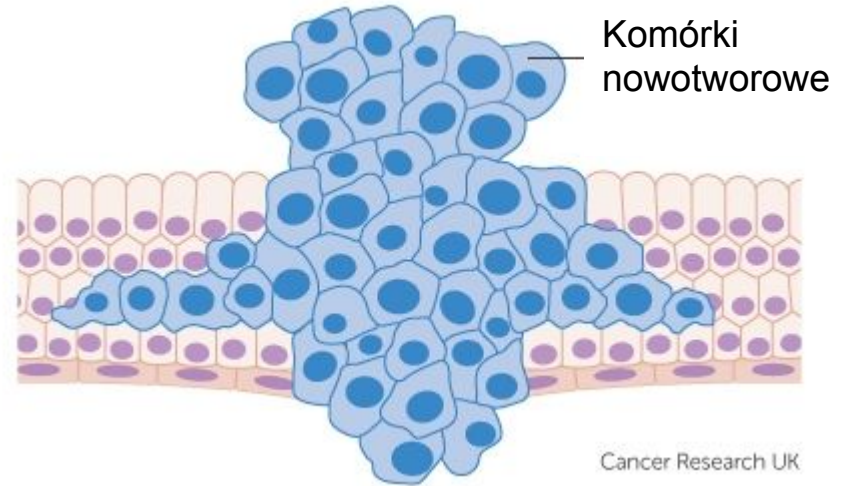
Cząstki alfa:
masa = 2 neutrony + 2 protony
ładunek = +2
zasięg w ciele człowieka = mm

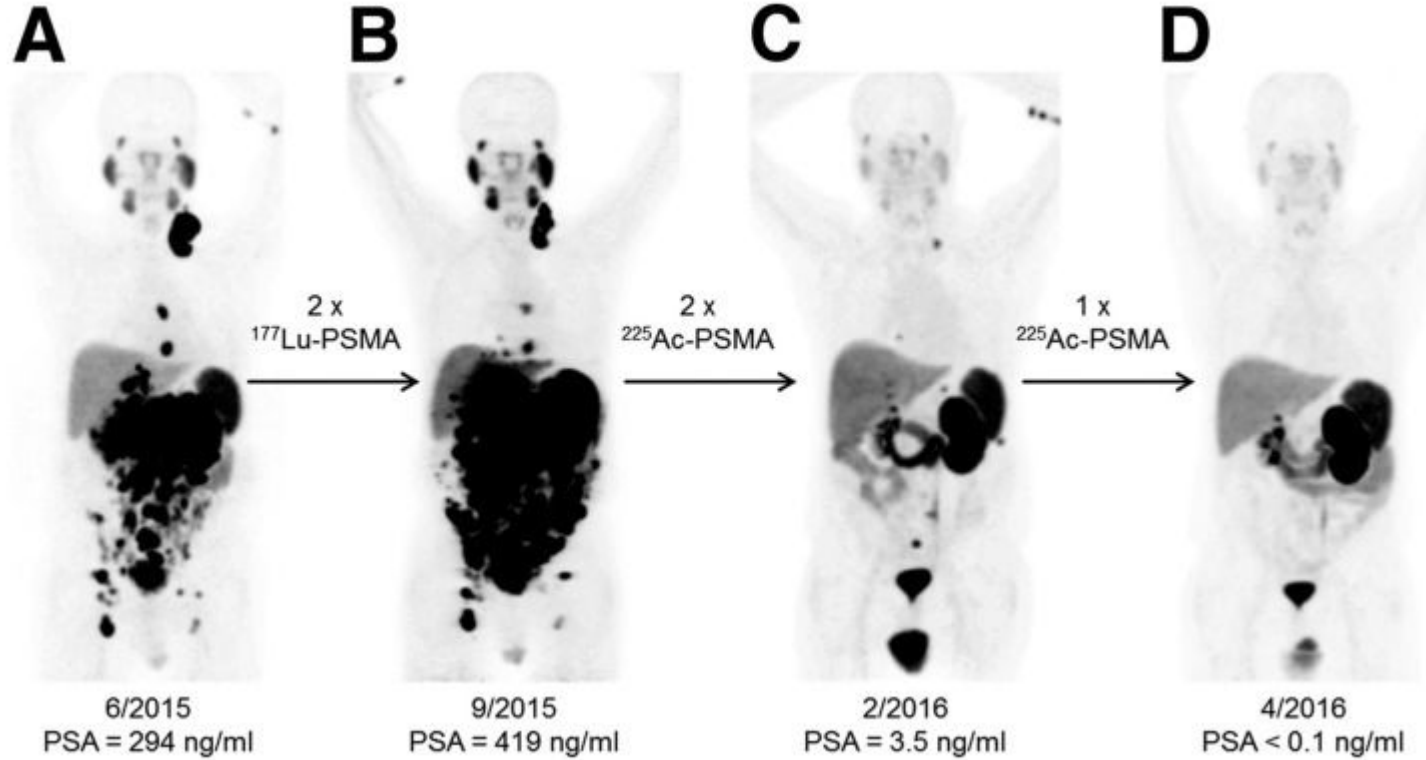
UWAGA:
bardzo groźne, są w stanie zniszczyć
całe komórki

Terapia celowana

Lista podstawowa:

- Kwanty gamma / fotony
- Neutrony
- Protony
- Elektrony i pozytony
- **Cząstki alfa**

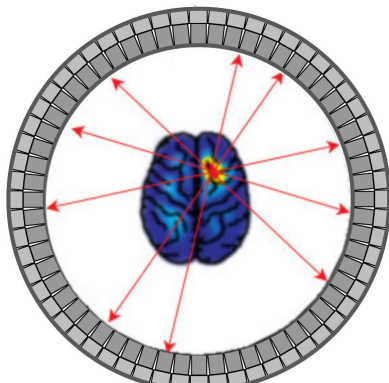
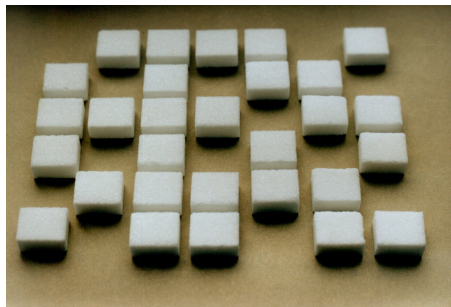




<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6017877/>

Podsumowanie

- nowotwory złośliwe to komórki w ciele, powielające się w bardzo szybkim tempie, cały czas;
- medycyna nuklearna wykorzystuje promieniowanie jądrowe do wykrywania i leczenia nowotworów;
- skanery PET wykorzystują anihilację pozytonu i elektronu, izotopy emitujące pozytony są transportowane przez promieniotwórczy cukier;
- leczenie nowotworów może być wykonane poprzez naświetlanie ciała człowieka promieniowaniem;



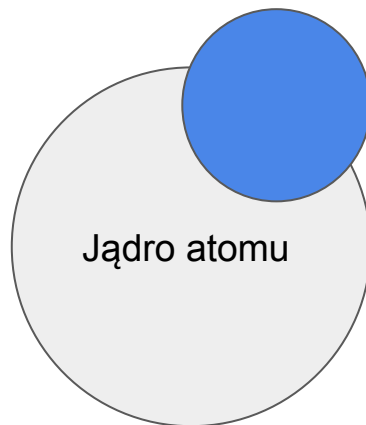
Dziękuję za uwagę



Promieniotwórczość

Lista podstawowa:

- Cząstki alfa
- **Neutrony**
- Protony
- Elektrony i pozytony
- Kwanty gamma / fotony



Neutrony:

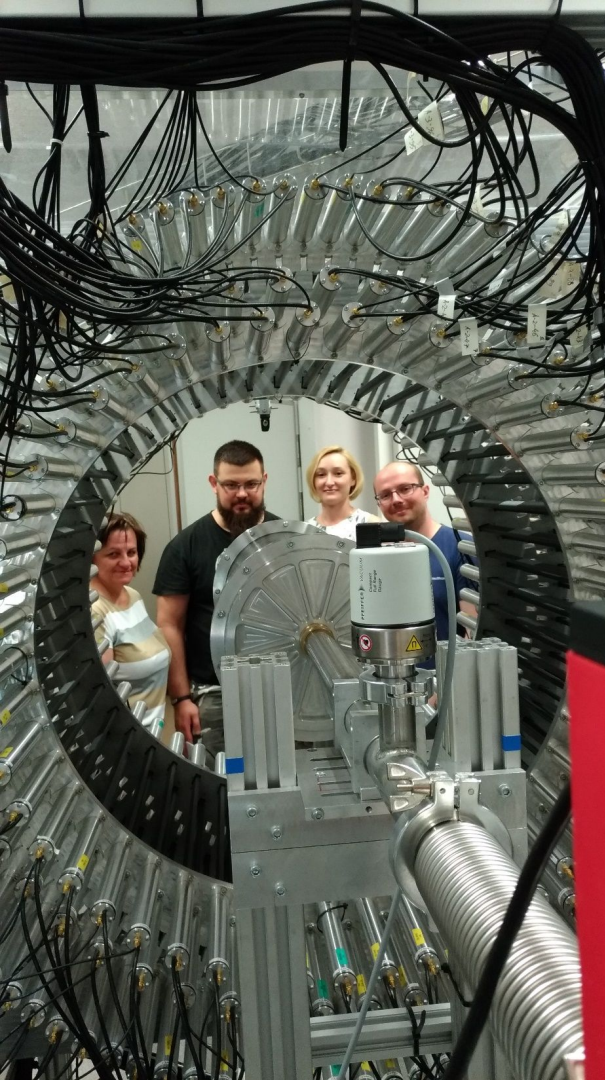
masa = $1.674927471 \times 10^{-27}$ kg

ładunek = 0

zasięg w ciele człowieka = cm

UWAGA:

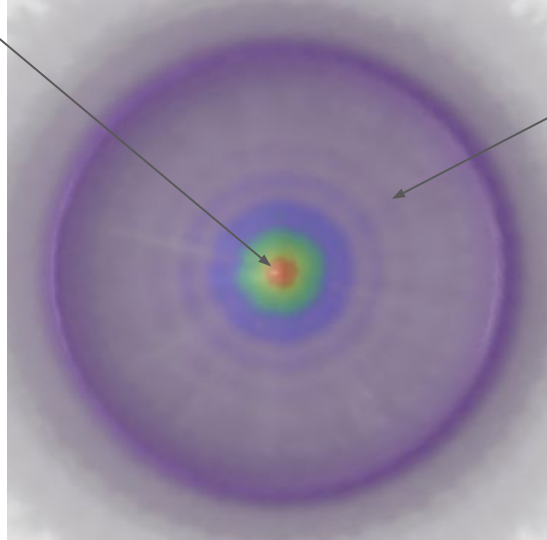
mogą prowadzić do reakcji jądrowych!



^{22}Na



próżnia



A. Gajos,
M. Muhsin

Obraz metabolizmu

