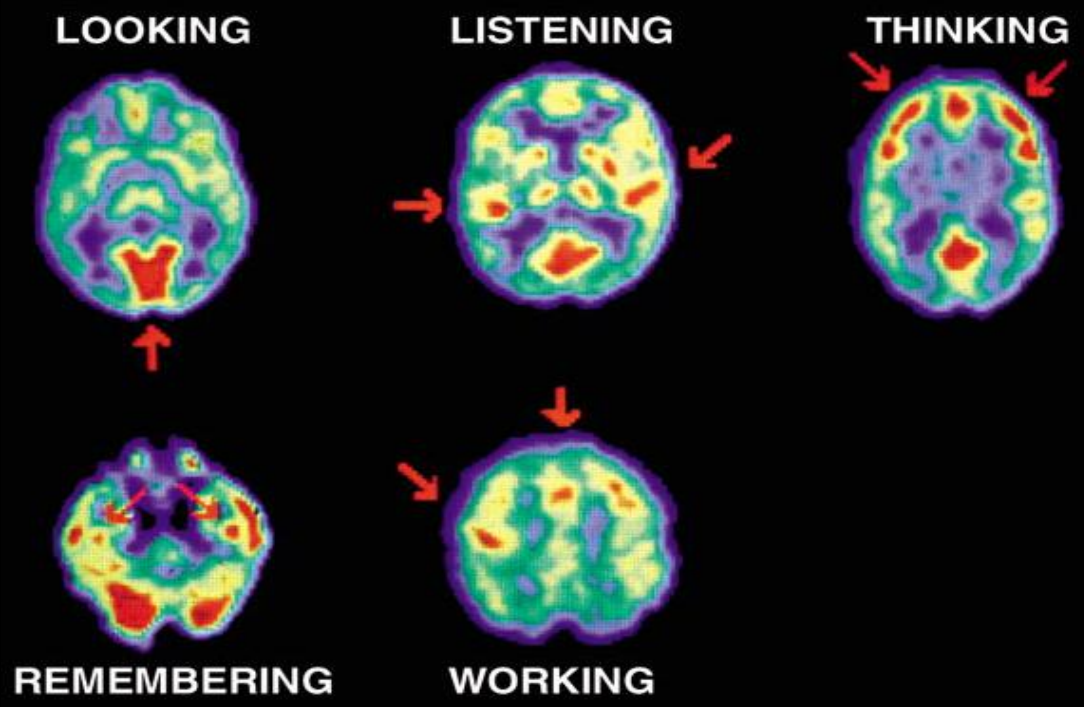
Πυρηνική Ιατρική

Θεοχαρίδη Θεοδώρα



Ορισμός:

ο κλάδος της Ιατρικής που χρησιμοποιεί ραδιονουκλίδια και βασίζεται στη διαδικασία των ραδιενεργών διασπάσεων με σκοπό τη διάγνωση και τη θεραπεία.

Ιστορικά Στοιχεία

- **1934:** Οι Irene και Frederic Joliot-Curie ανακαλύπτουν την τεχνητή ραδιενέργεια
- **1946:** Sam Seidlin – χρήση I-131 για αντιμετώπιση καρκίνου του θυρεοειδούς
- **1950:** Γενικευμένη χρήση
- **1954:** Ίδρυση της Εταιρίας Πυρηνικής Ιατρικής (DC)
- **1980:** Παραγωγή ραδιοφαρμάκων-καρδιακές παθήσεις

Πυρηνική Ιατρική

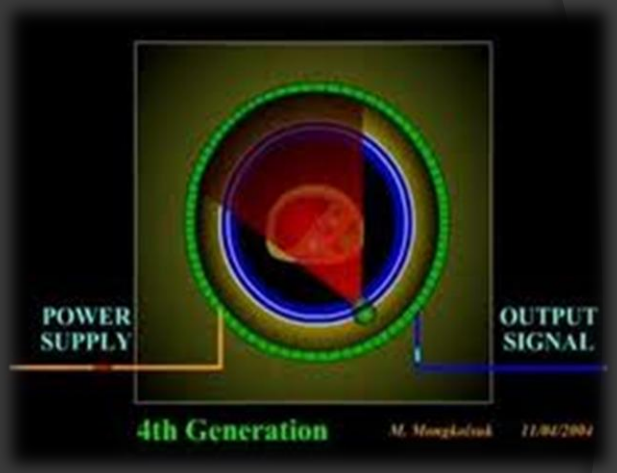
- Απεικόνιση
- Θεραπεία

Απεικόνιση

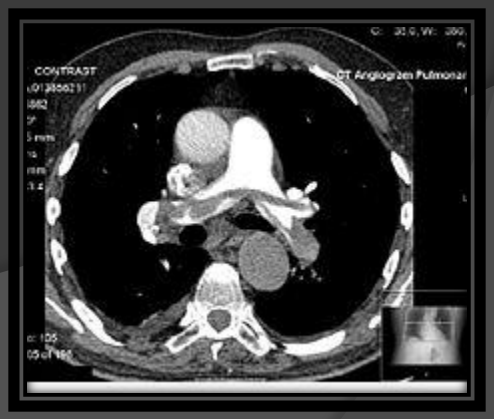
- Ακτινοβόληση από εξωτερική πηγή
  - X-ray **C**omputed **T**omography (Υπολογιστική Τομογραφία Ακτίνων Χ)
- Ακτινοβόληση από εσωτερική πηγή (ασθενής)
  - Σπινθηρογράφημα (scintigraphy)
  - **S**ingle**P**hoton**E**mission**C**omputed**T**omography
  - **P**ositron**E**mission**T**omography

Εξωτερική πηγή

X-ray Computed Tomography: 2D εικόνες που βασίζονται στη διαφοροποίηση της απορρόφησης των ακτινών καθώς ταξιδεύουν σε διαφορετικά μέσα.



Μειονεκτήματα: η μειωμένη διακριτική ικανότητα μεταξύ των διαφορετικών ιστών



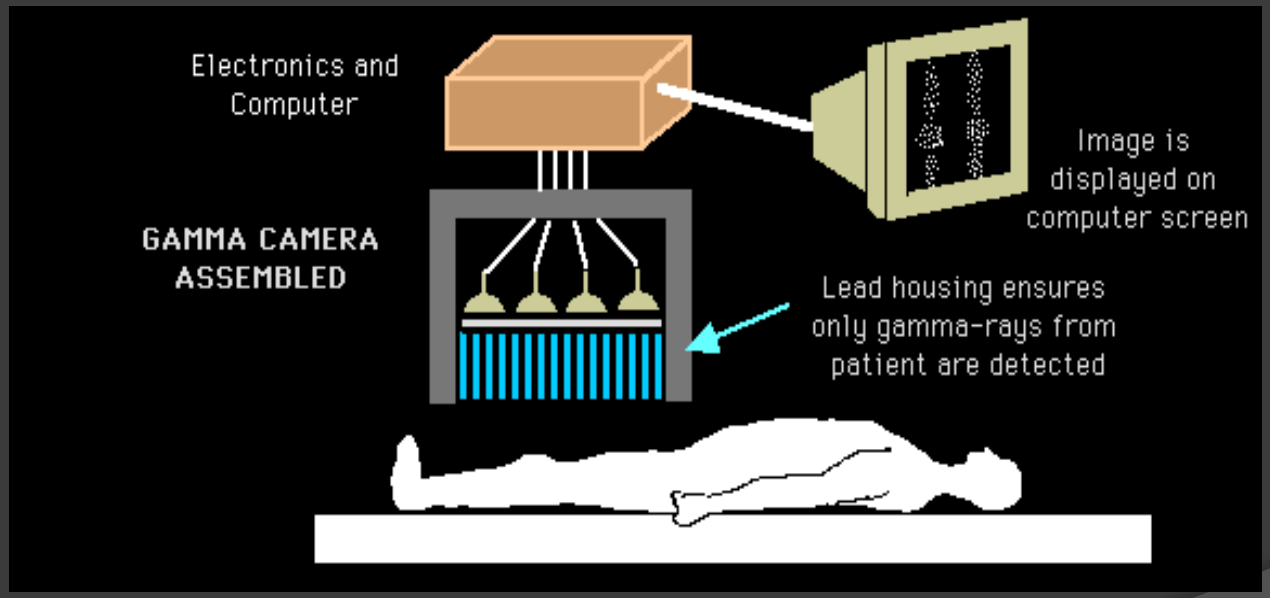
Εσωτερική πηγή

Αρχή Μεθόδου: εισαγωγή κάποιου ραδιοϊσοτόπου και ανίχνευση της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας μέσω κατάλληλων ανιχνευτών.

Το πλέον χρησιμοποιούμενο ραδιοϊσότοπο :

^{99m}**Tc** ($t_{1/2}$: 6.01 hrs)

γ-κάμερα : μετατροπή φωτονίων υψηλής ενέργειας σε οπτικά φωτόνια



Σπινθηρογράφημα

- Εικόνες 2D
- Συνδυάζεται με τεστ κοπώσεως για τη μελέτη της στένωσης του αυλού των στεφανειαίων αγγείων του μυοκαρδίου σε καταστάσεις υψηλής απαίτησης οξυγόνου
- Διάγνωση πνευμονικής εμβολής
- Συνήθη ραδιονουκλίδια: ^{67}Ga, ^{111}In, ^{201}Tl κ.ά.

S P E C T

Υπολογιστική Τομογραφία Μονοφωτονικής Εκπομπής

- Λαμβάνονται προβολικές εικόνες από πολλαπλές γωνίες που ανασκευάζονται δίνοντας εικόνες 3D.(resolution 1cm)
- Χρήση:
  - Απεικόνιση όγκων, θυρεοειδούς ,οστών
  - Λειτουργικές διεργασίες εγκεφάλου , καρδιάς

NATIONAL AND KAPODISTRIAN UNIVERSITY OF ATHENS

Positron Emission Tomography

Τομογραφία Εκπομπής Ποζιτρονίου

Η μέθοδος βασίζεται στα ισότοπα που δίνουν β^+ διάσπαση (^{14}O,^{15}O,^{13}N,^{11}C,^{18}F), τα προϊόντα της οποίας είναι:

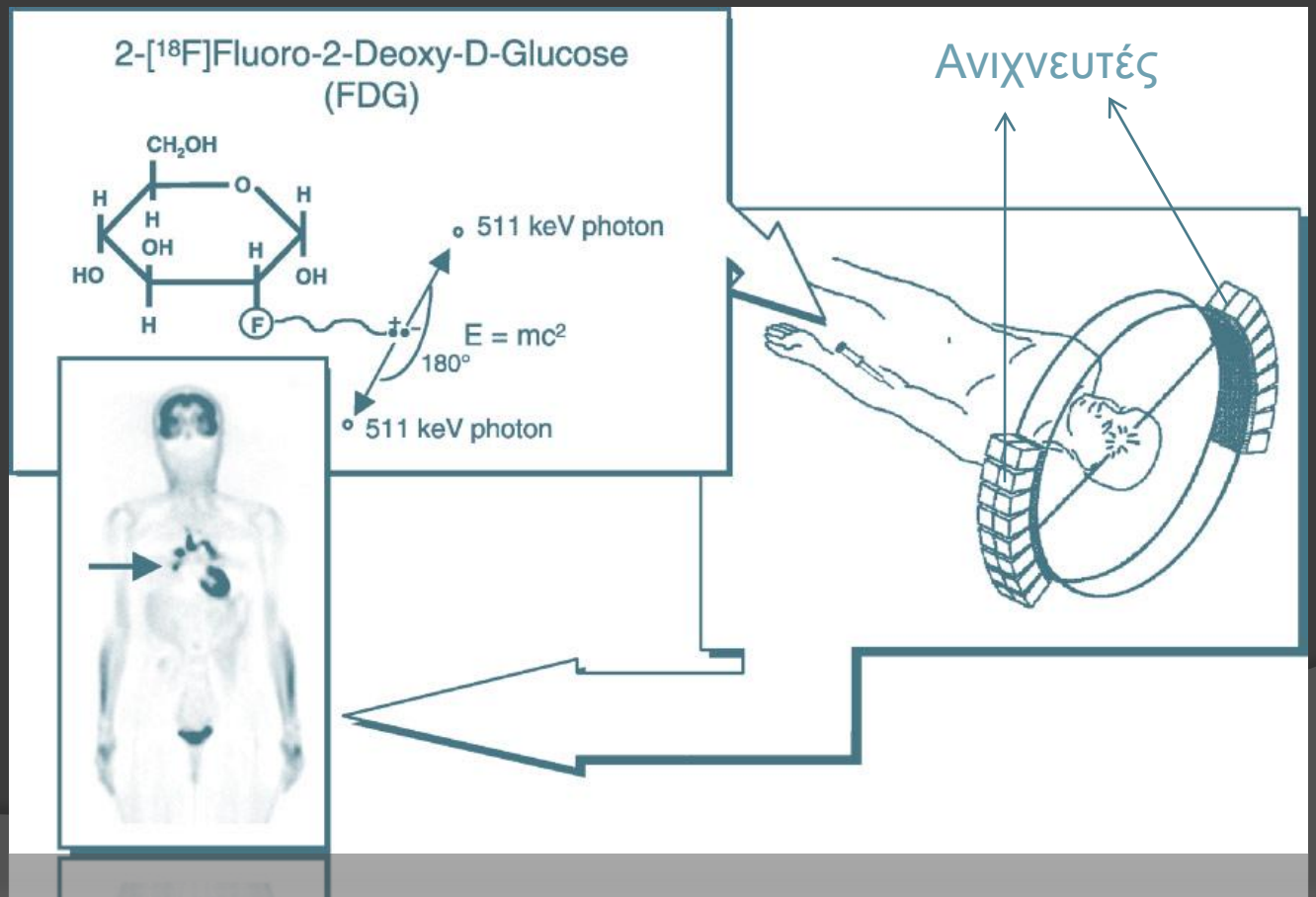
$$p \rightarrow n + e^+ + \nu_e$$

νετρίνο του e^-

Το παραγόμενο e^+ αλληλεπιδρά με ένα e^- και δίνουν:

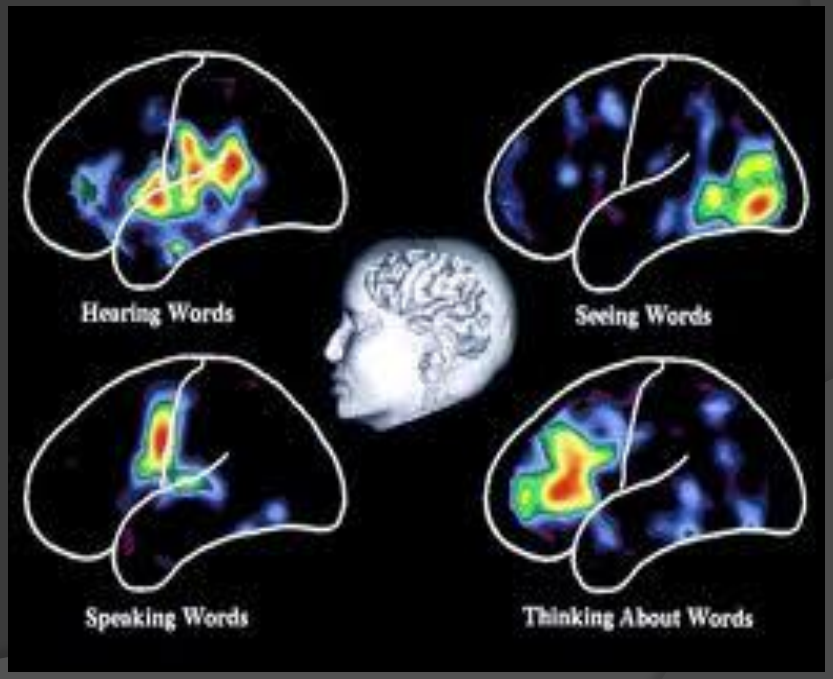
$$e^+ + e^- \rightarrow \gamma + \gamma \qquad E_\gamma = 511\ keV$$

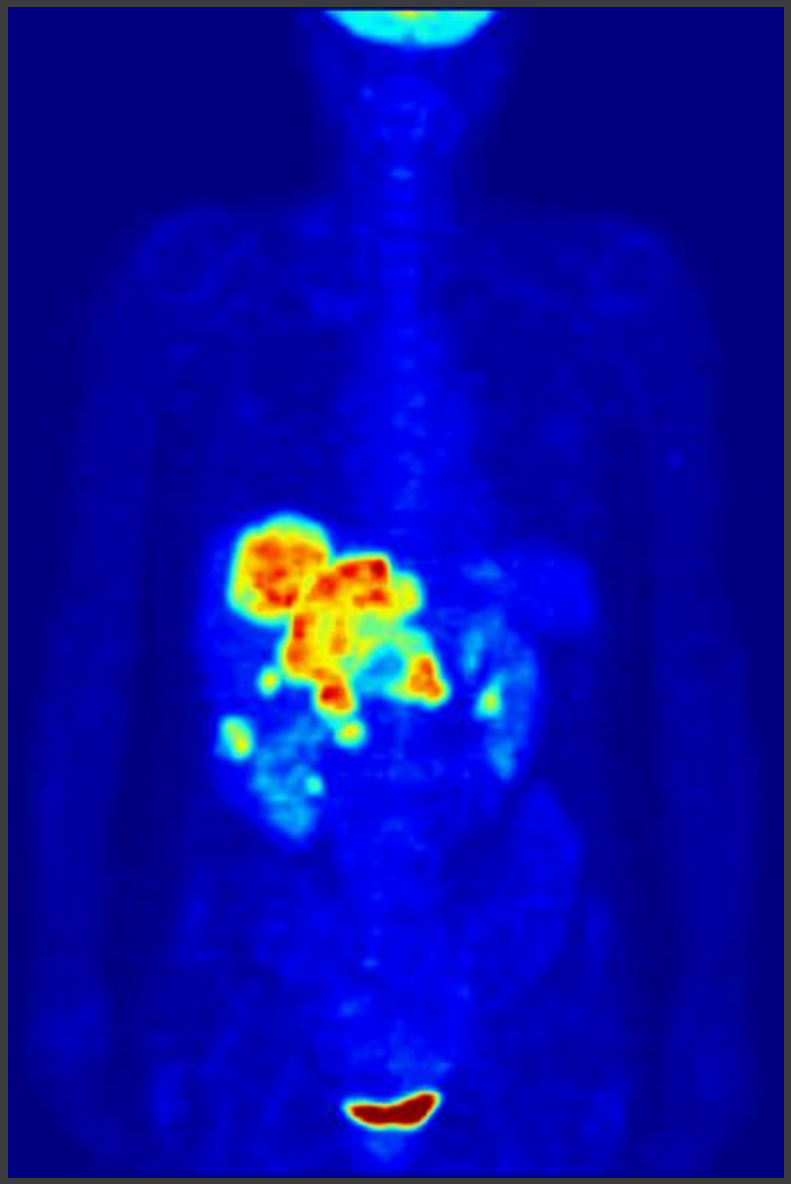
Τα δύο εκλυόμενα φωτόνια ταξιδεύον back to back μέχρι να φτάσουν **ταυτόχρονα** στη συστοιχία των ανιχνευτών. Αυτή η συμπεριφορά οδηγεί στον σχετικό προσδιορισμό της **συγκέντρωσης του αρχικού ισοτόπου.** (resolution 1mm)



- Το πιο συνηθισμένο ραδιοφάρμακο είναι η 2-[^{18}F]φθορο-2-δεοξυ-D-γλυκόζη η οποία χορηγείται ενδοφλέβια και χρησιμοποιείται για τη μελέτη της μεταβολικής διαδικασίας.

- Κύριες Χρήσεις:
  - Ογκολογία
  - Καρδιολογία
  - Νευρολογία
  - Φαρμακευτική





Full body PET : μετάσταση καρκίνου στο ήπαρ από όγκο στο παχύ έντερο.

Κανονική κατανομή σε εγκέφαλο και πυελοκαλυκικό συστημα.

Θεραπεία

Βασίζεται στη αλληλεπίδραση της ακτινοβολίας με το DNA με σκοπό τη διακοπή της αναπαραγωγής των ακτινοβολούμενων κυττάρων.

Πηγές ακτινοβολίας:

- Φωτόνια και ηλεκτρόνια
- Ραδιονουκλίδια
- Νετρόνια
- Βαριά φορτισμένα σωματίδια

Φωτόνια και Ηλεκτρόνια

Ηλεκτρόνια χτυπούν κάποιο στόχο που παράγει φωτόνια ακτινών Χ, δέσμη των οποίων κατευθύνεται στον ασθενή.

Κατά περιπτώσεις ο ασθενής ακτινοβολείται απευθείας με δέσμη ηλεκτρονίων. Λόγω της μικρής ικανότητας διείσδυσης ενδείκνυνται για την αντιμετώπιση επιφανειακών όγκων.

Ραδιονουκλίδια

Εκμεταλλευόμαστε τις ραδιενεργές διασπάσεις των ραδιονουκλιδίων που εισάγονται στον ασθενή.

Ιδανικότερα ραδιονουκλίδια είναι όσα δίνουν κυρίως β διασπάσεις(^{90}Y) καθώς η ακτινοβόληση γίνεται τοπικά.

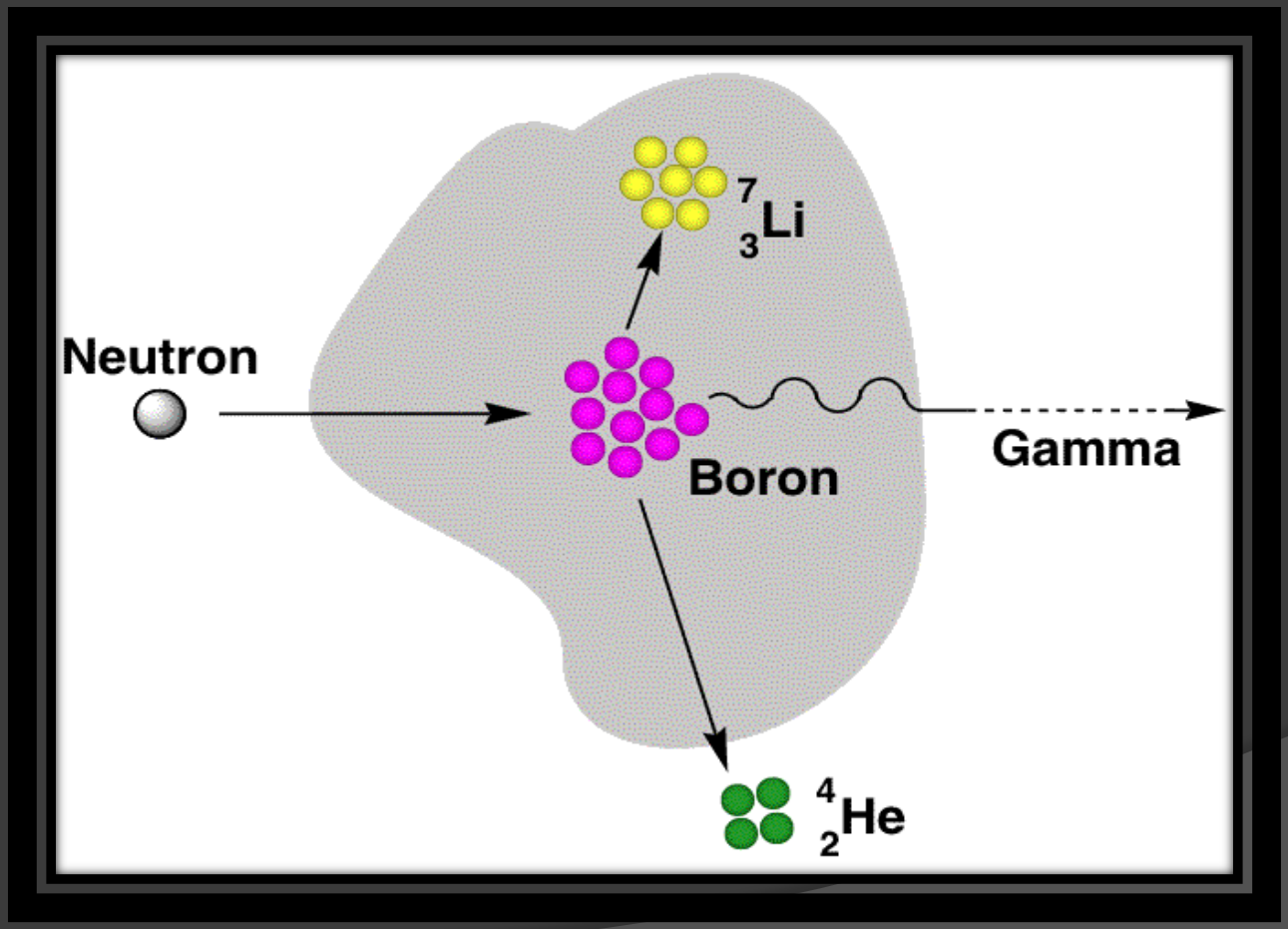
Νετρόνια

- Έχουν ιδιαίτερη διεισδυτική ικανότητα.

- Αξιοποιούνται κυρίως στην BoronNeutronCaptureTherapy[✦] με την μορφή θερμικών νετρονίων. Εισάγεται στον ασθενή ^{10}B το οποίο ακτινοβολείται με νετρόνια δίνοντας τελικά ένα σωματίδιο α και έναν πυρήνα ^{7}Li.

[✦] Nuclear Physics,principles and applications, J.Lilley

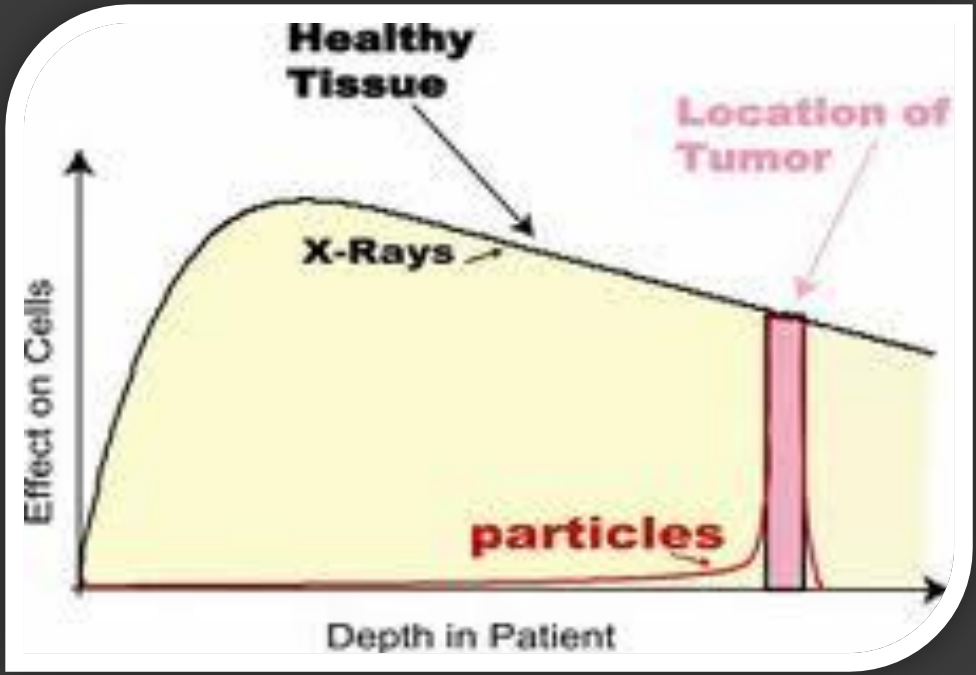
BNCT



Βαριά Φορτισμένα σωματίδια

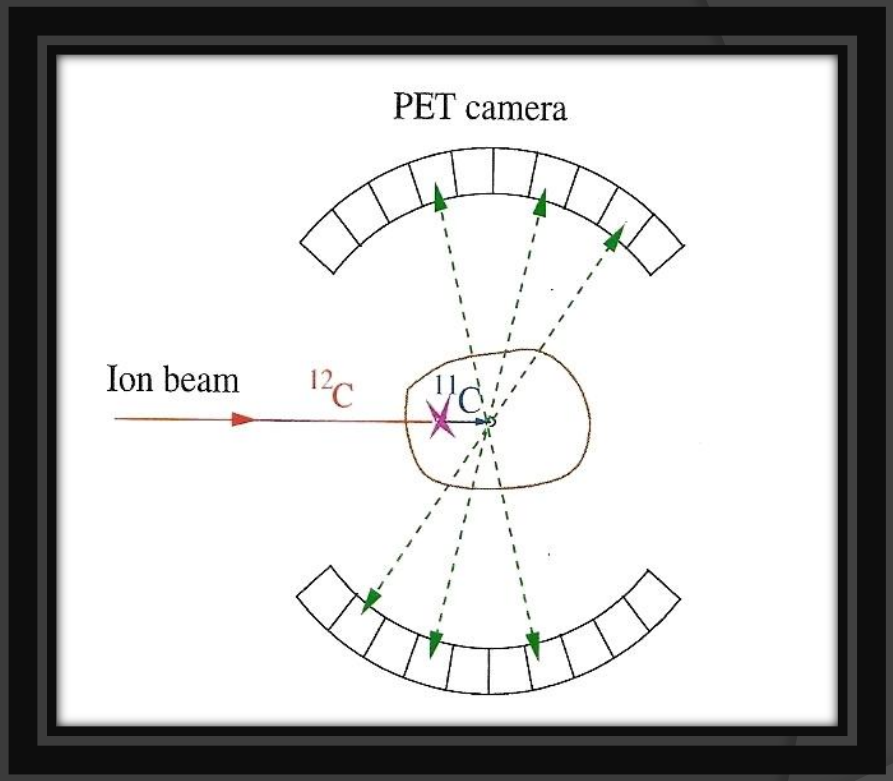
Χρησιμοποιούνται κυρίως για όγκους που βρίσκονται σε βάθος, εξαιτίας της μικρής απώλειας ενέργειας εισόδου και της κατακόρυφης αύξησής της κοντά στο τέλος της διαδρομής (όγκος).

Bragg Peak


Healthy
Tissue
Location of
Tumor
X-Rays
particles
Effect on Cells
Depth in Patient

NATIONAL AND KAPODISTRIAN UNIVERSITY OF ATHENS

Σε πειραματική μορφή : ακτινοβόληση όγκου με ^{12}C και ταυτόχρονη διεξαγωγή PET από τον ^{11}C και ^{10}C που προκύπτουν (β^+ διάσπαση) από την θραύση του αρχικού ισοτόπου.



Reviews of Modern Physics,vol.82,jan-mar 2010,D.Schardt,T.Elsasser,D.Ertner

NATIONAL AND KAPODISTRIAN UNIVERSITY OF ATHENS

Συμπεράσματα:

Γνωρίσαμε τις σύγχρονες τεχνικές απεικόνισης που βασίζονται στις ραδιενεργές διασπάσεις καθώς και τη χρήση των πυρηνικών σωματιδίων και ραδιοϊσοτόπων στη θεραπευτική διαδικασία.

NATIONAL AND KAPODISTRIAN UNIVERSITY OF ATHENS

Ευχαριστίες

Σε όλους όσους βοήθησαν στην πραγματοποίηση αυτής της ημερίδας.