



Η φύση μας βοηθά

ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΟΙΝΩΝΙΑ

Περιβάλλον-
μελέτη-
έρευνα

Τεχνολογία
εφαρμογές
εικόνα

ιατρική
απεικόνιση

Ιατρική Απεικόνιση

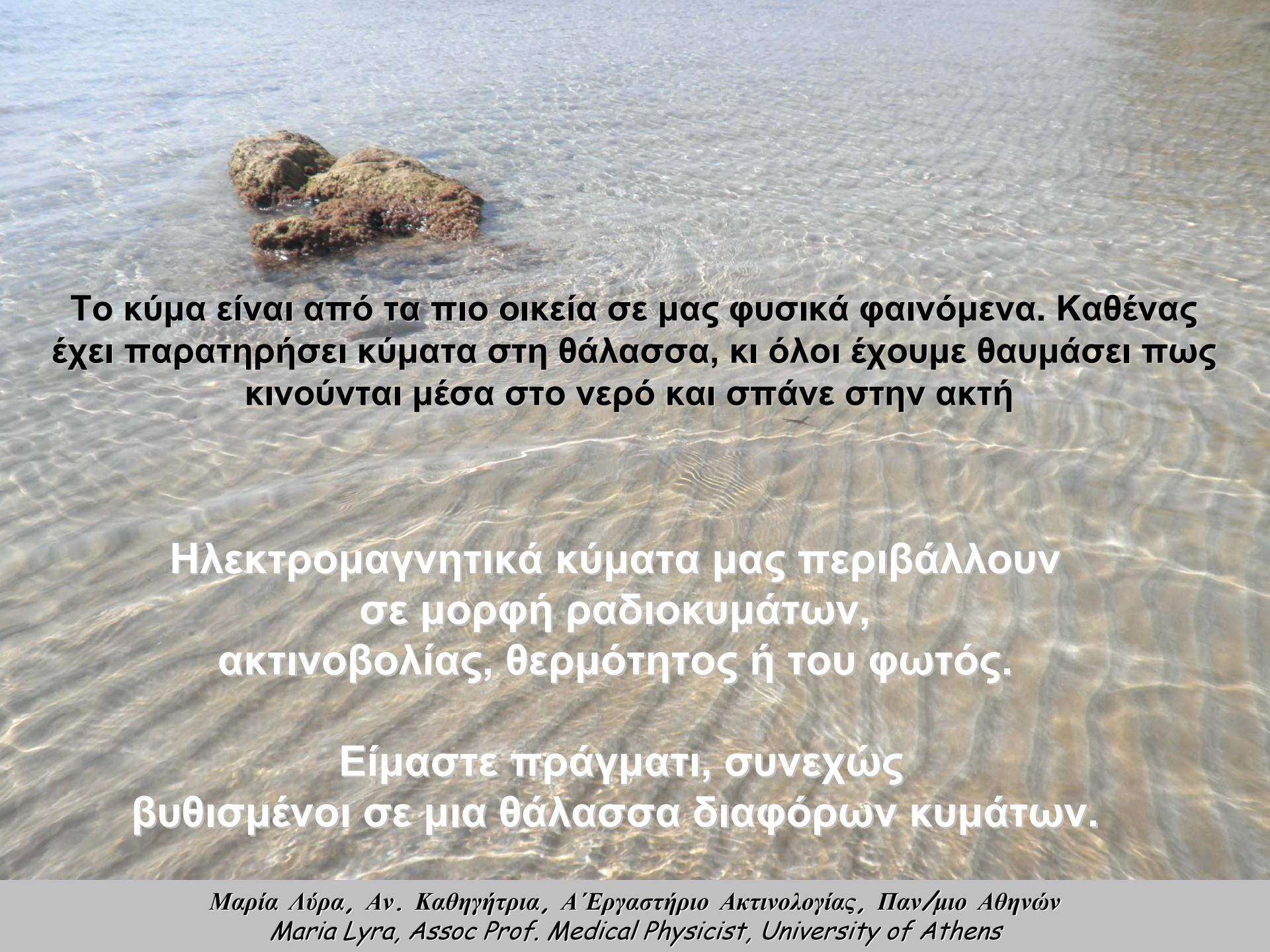


ΑΚΤΙΝΟΦΥΣΙΚΗ- ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

ακτινολογία

ALARA

Η ελαχίστη ακτινοβολία για να επιτύχουμε
την βέλτιστη ποιότητα εικόνας



Το κύμα είναι από τα πιο οικεία σε μας φυσικά φαινόμενα. Καθένας έχει παρατηρήσει κύματα στη θάλασσα, κι όλοι έχουμε θαυμάσει πως κινούνται μέσα στο νερό και σπάνε στην ακτή

Ηλεκτρομαγνητικά κύματα μας περιβάλλουν σε μορφή ραδιοκυμάτων, ακτινοβολίας, θερμότητας ή του φωτός.

Είμαστε πράγματι, συνεχώς βυθισμένοι σε μια θάλασσα διαφόρων κυμάτων.

Φαινόμενα που παρατηρούνται μ' όλα τα κύματα είναι :

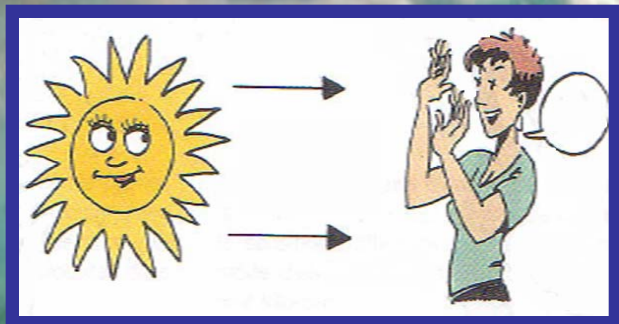
1. Ανάκλαση 2. Διάθλαση 3. Περίθλαση

Δυο ακόμη φαινόμενα που χαρακτηρίζουν όλα τα κύματα είναι η σκέδαση και η εξασθένηση αυτών όταν αλληλεπιδρούν με την ύλη.

Η πόλωση είναι φαινόμενο που χαρακτηρίζει μόνο τα εγκάρσια κύματα (όπως π.χ. το φως).

Το φαινόμενο Doppler παρουσιάζεται σε κύματα επιμήκη και εγκάρσια που είτε η πηγή που εκπέμπει τα κύματα είτε το μέσον που τα δέχεται (π.χ. ο παρατηρητής που τ' αντιλαμβάνεται) κινείται.





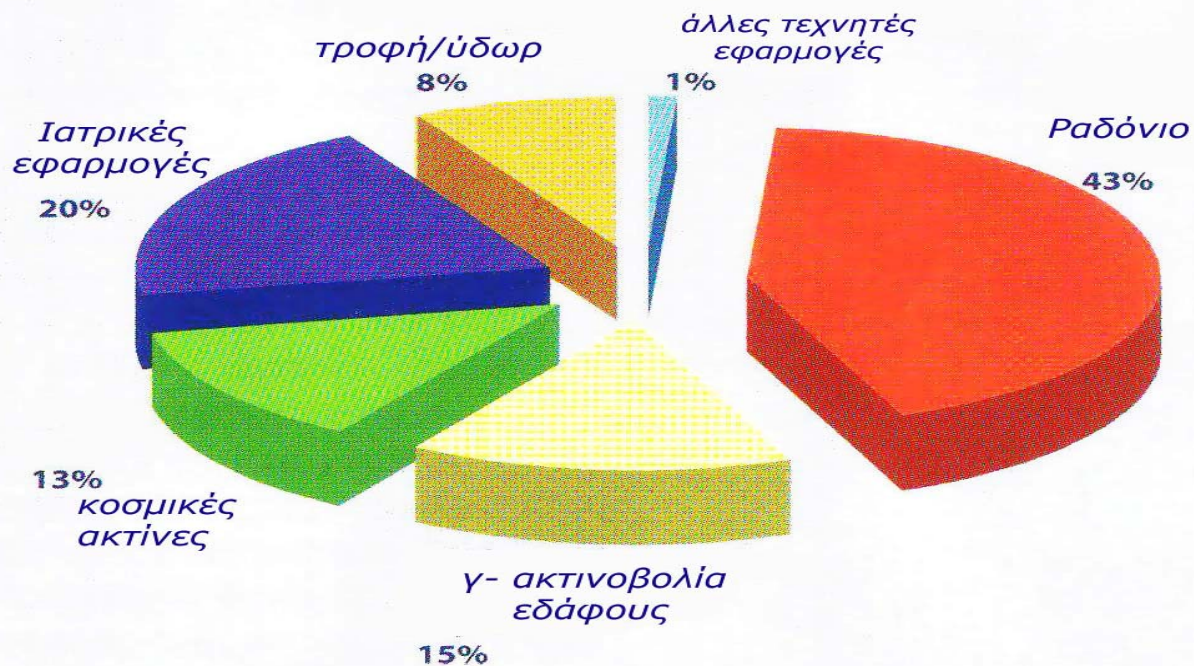
**Ο άνθρωπος κατά τη διάρκεια της ζωής του
δέχεται συνεχώς ενέργεια με τη μορφή
ακτινοβολίας,
τόσο από το φυσικό του περιβάλλον (γήινο
και διαστημικό) όσο και από τεχνητές
πηγές, τις οποίες εφηύρε ο ίδιος.**

Το περιβάλλον ακτινοβολιών μέσα στο οποίο ζούμε



Η ακτινοβολία γύρω μας..

Πηγές Εκθεσης του Ανθρώπου στην Ακτινοβολία



από: World Health Organization

WILHELM CONRAD ROENTGEN



Το 1895 ανακαλύπτει τις ακτίνες
Roentgen
τις ονομάζει ακτίνες-X



Η 1^η ακτινογραφία του
λέγεται ότι απεικόνιζε
το χέρι της συζύγου του

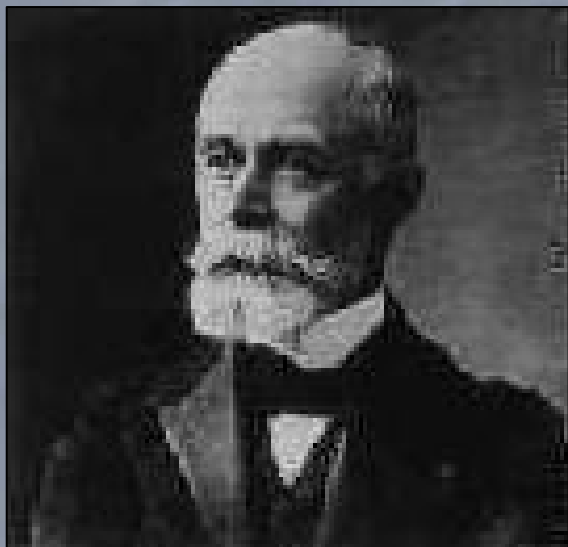
Στο τέλος του 19^{ου} αιώνα...

*Μαρία Λύρα, Αν. Καθηγήτρια, Α'Εργαστήριο Ακτινολογίας, Παν/μιο Αθηνών
Maria Lyra, Assoc Prof. Medical Physicist, University of Athens*

1896 Henri Becquerel ανακαλύπτει την ραδιενέργεια (Ουράνιο).

1898 Marie και Pierre Curie ανακαλύπτουν το Ράδιο και το Πολώνιο

Henri Becquerel, 1896



(Courtesy National Atomic Museum, Albuquerque, NM)

Marie Slodovska Curie, 1898



Στο τέλος του 19ου αιώνα...

Μαρία Λύρα, Αν. Καθηγήτρια, Α'Εργαστήριο Ακτινολογίας, Παν/μιο Αθηνών
Maria Lyra, Assoc Prof. Medical Physicist, University of Athens

1934 Ο Ernest Lawrence παράγει τεχνητή ραδιενέργεια σε κυκλοτρόνιο. Οι Frederick Joliot και Irene Curie περιγράφουν την τεχνητή ραδιενέργεια ραδιοϊσοτόπων.

εξερευνήσεις...

1899 Ο Rutherford ανακάλυψε ότι το Ουράνιο εκπέμπει α και β σωματίδια

1919 Ο Rutherford ανακαλύπτει ότι η ύλη αλλάζει μετά από βομβαρδισμό με σωματίδια α .

1923 Ο Hevesy επεσήμανε ότι τα ραδιοϊσότοπα δεν επηρεάζουν τις βιοχημικές ιδιότητες του ατόμου.

1928 Ο Geiger and Muller (GM) ανακαλύπτουν μέθοδο ανίχνευσης ακτινοβολίας με την αρχή του ιονισμού του αέρα

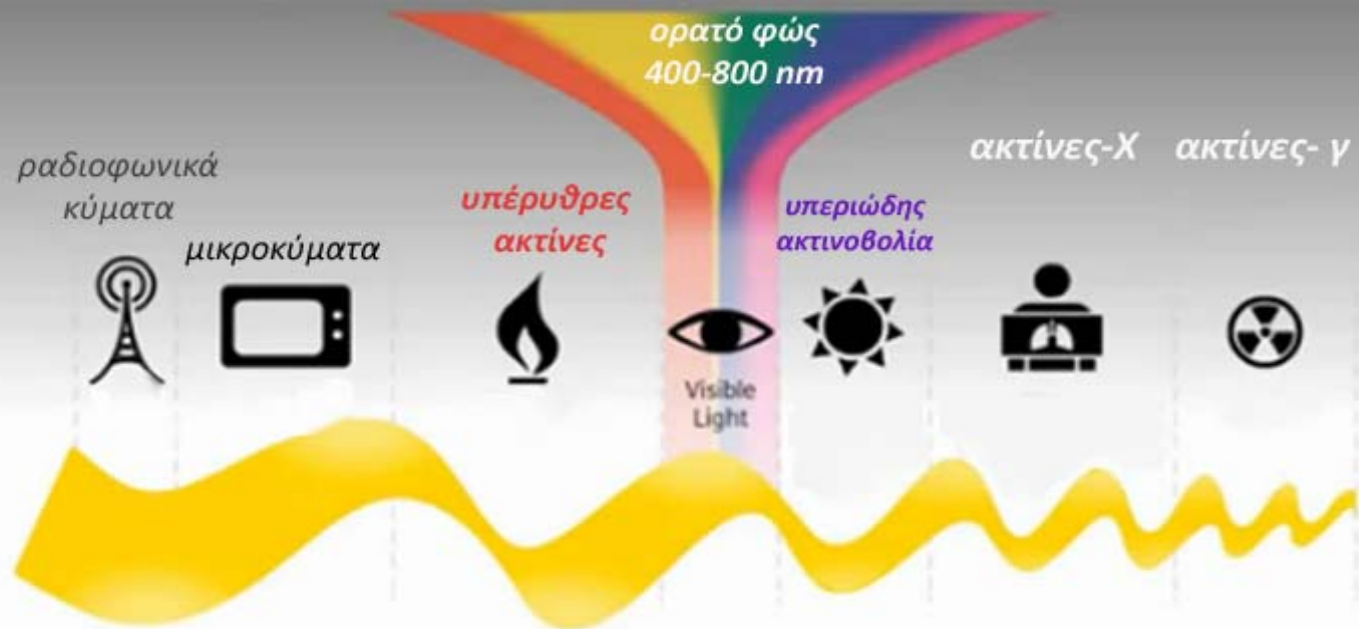
- 1942 Κατασκευάζεται ο 1ος πυρηνικός αντιδραστήρας
- 1943 Ο Καρκίνος του θυρεοειδούς θεραπεύεται με
Ιώδιο- 131
- 1946 1η μεταφορά ραδιενεργών υλικών σε νοσοκομείο

εξερευνήσεις...

1963 Kuhl και Edwards ανέπτυξαν σύστημα τομογραφίας εκπομπής- τον προάγγελο της τομογραφικής γ-camera SPECT.

1972 Hounsfield **βάζει τις βάσεις για την δημιουργία του Αξονικού Τομογράφου**

Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα



• Το σύνολο της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας εκπέμπεται από τον ήλιο

με διάφορα μήκη κύματος , διαφορετικές συχνότητες και μεταφέρουν διαφορετικές ενέργειες.

• Στα μικρότερα μήκη κύματος αντιστοιχούν οι μεγαλύτερες συχνότητες κι εκεί εντοπίζονται οι ακτίνες χ και οι ακτίνες γ , ενώ

• στα μεγάλα μήκη κύματος (μικρές συχνότητες) υπέρυθρες ακτίνες και πέραν αυτών τις ραδιοφωνικές.

Ιοντίζουσες Ακτινοβολίες- έλεγχος- ακτινοπροστασία



Μη Ιοντίζουσες ακτινοβολίες- έλεγχος- ασφαλείς

Μαρία Λύρα, Αν. Καθηγήτρια, Α'Εργαστήριο Ακτινολογίας, Παν/μιο Αθηνών
Maria Lyra, Assoc Prof. Medical Physicist, University of Athens

Απεικόνιση:

Ορατό φώς – σκιά Εξωτερική εικόνα

Το ορατό φως δεν είναι διεισδυτικό και δεν μπορεί να φέρει πληροφορίες από το εσωτερικό του σώματος

Ιατρικές Εφαρμογές

Έχει όμως εφαρμογές στη δερματολογία, γαστρεντερολογία και γυναικολογία με την ενδοσκοπία και στην παθολογία με το μικροσκόπιο ορατού φωτός.



Απεικόνιση του εσωτερικού του σώματος

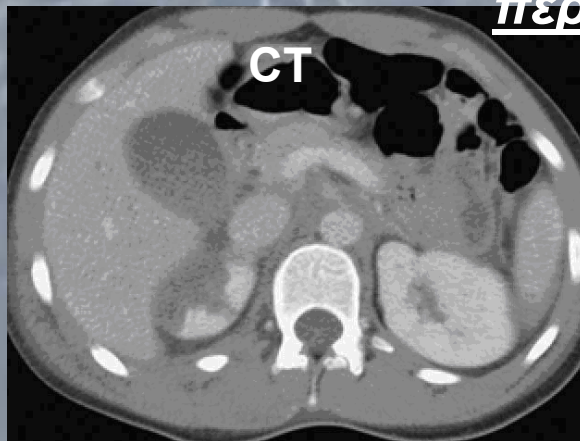
Με την αλληλεπίδραση υψηλής ενέργειας
(ακτίνες-Χ και-γ, ραδιοκύματα, υπέρηχοι)
με την ύλη,

μπορεί να παραχθεί εικόνα που
μεταφέρει πληροφορίες από στόχους
όπου το ορατό φως δεν διεισδύει

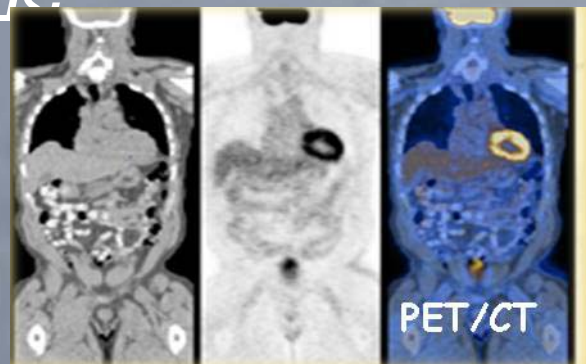
Στη διαγνωστική ακτινολογία βρίσκουν εφαρμογή μέρη του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος εκτός της ορατής περιοχής.



Ακτίνες-Χ

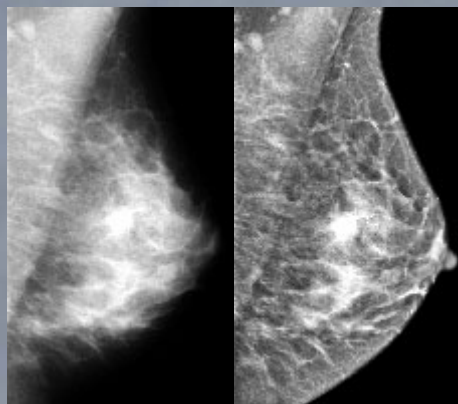


CT



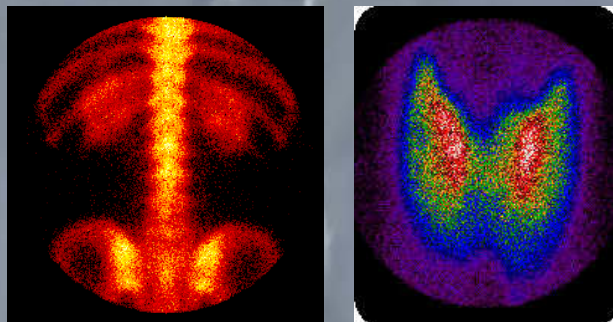
PET/CT

Ακτίνες-γ / σπινθηρογραφήματα

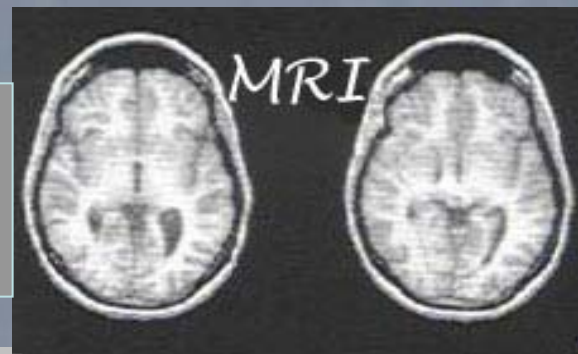
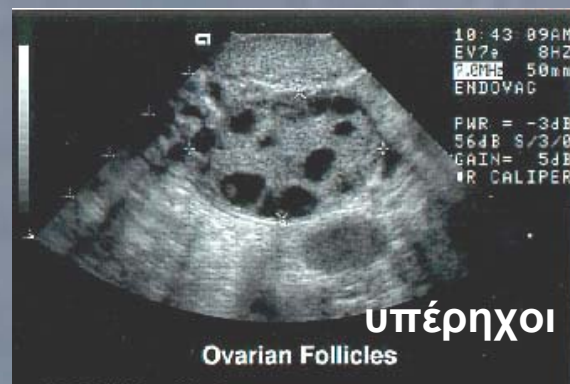


μαστογραφία

Ψηφιακή;



Διαγνωστικές μέθοδοι απεικόνισης του εσωτερικού σώματος



MRI

Απεικόνιση με ακτίνες- X :

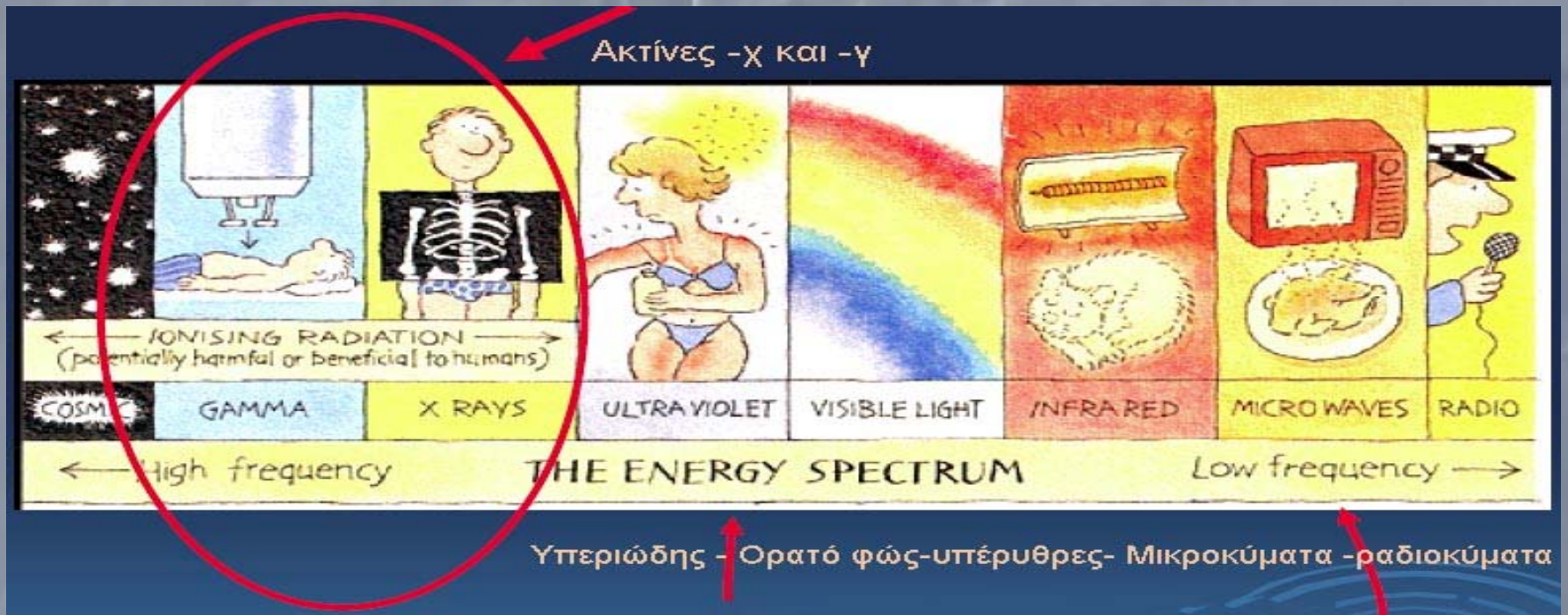
Ακτινογραφία, Ακτινοσκόπηση, Μαστογραφία , επεμβατικές μέθοδοι, Αξονική Τομογραφία.

Απεικόνιση με γ -ακτινοβολία (ραδιοϊσότοπα):

Σπινθηρογραφήματα

Απεικόνιση με ποζιτρόνια (e^+)

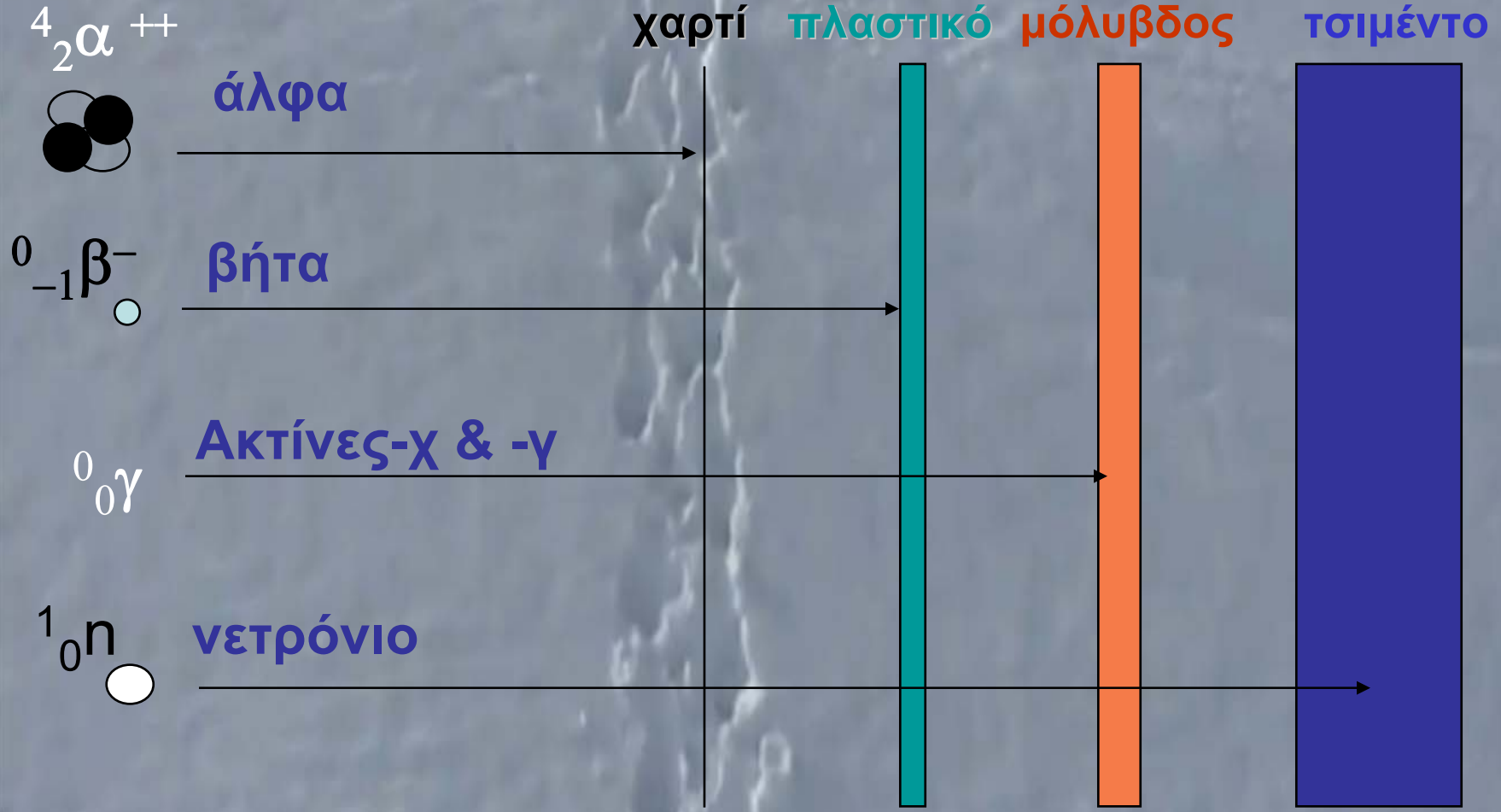
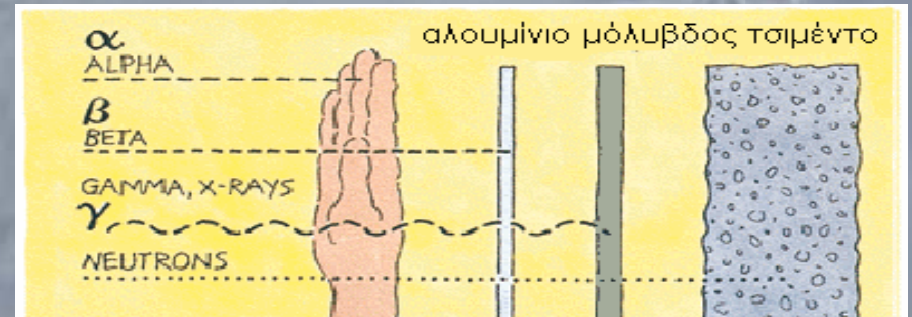
PET (Positron Emission Tomography)



- Η απεικόνιση **Μαγνητικού Συντονισμού (MRI)** εκμεταλλεύεται τις ιδιότητες των ραδιοκυμάτων και της δράσης του μαγνητικού πεδίου στον βιολογικό ιστό.
- Η απεικόνιση με **υπερήχους** χρησιμοποιεί τη μηχανική ενέργεια των ηχητικών κυμάτων υψηλής συχνότητας.

Μαρία Λύρα, Αν. Καθηγήτρια, Α'Εργαστήριο Ακτινολογίας, Παν/μιο Αθηνών
Maria Lyra, Assoc Prof. Medical Physicist, University of Athens

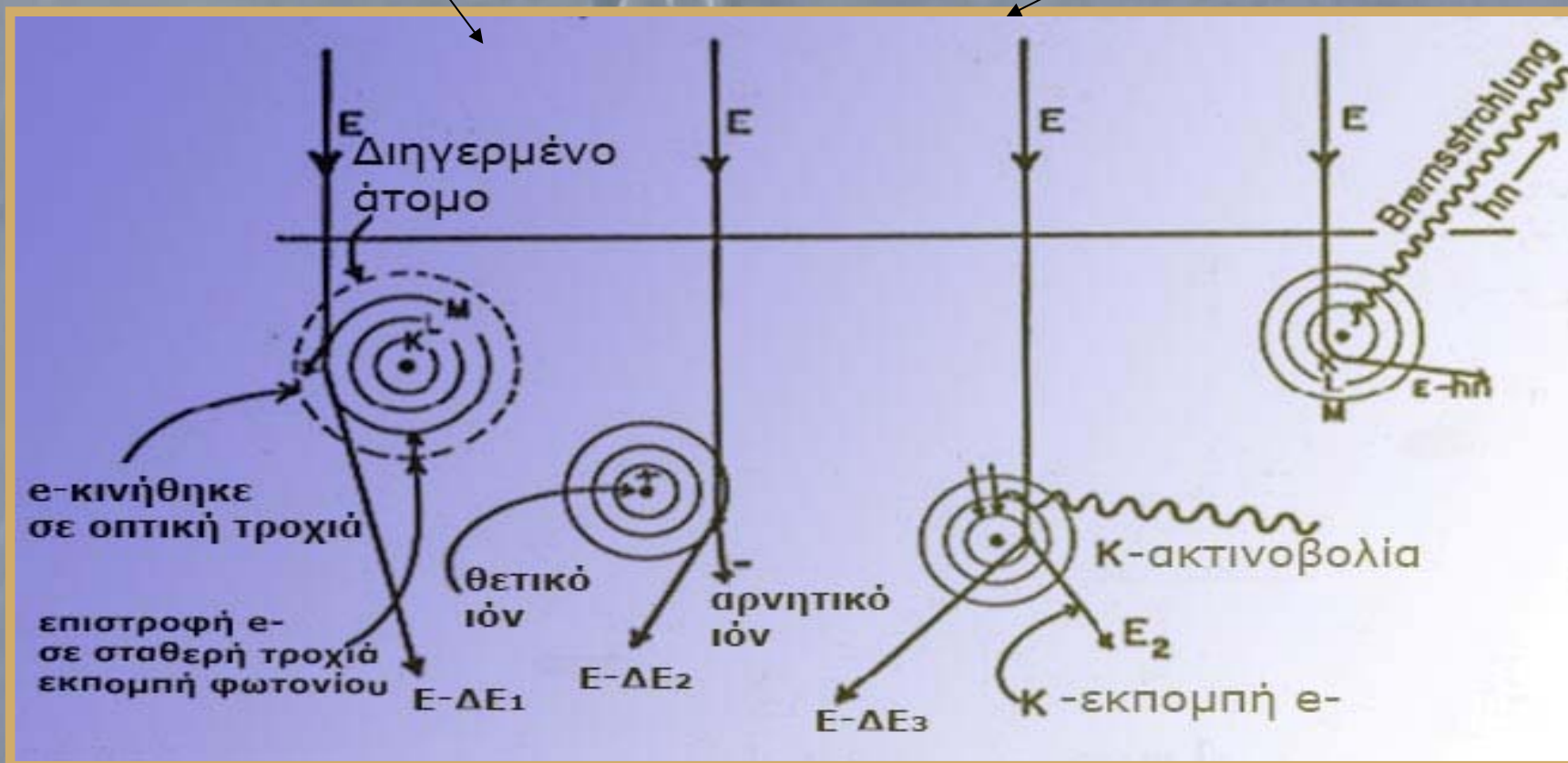
Ιοντίζουσα ακτινοβολία



Η **Ιατρική Απεικόνιση** επιτυγχάνεται → η χρησιμοποιούμενη ενέργεια διεισδύει στους ιστούς του σώματος και αλληλεπιδρά.

Δηλ. η **ύλη** δέχεται την δράση της ακτινοβολίας (ενέργειας) αλλά και η ακτινοβολία επηρεάζεται από την ύλη, έτσι επιτυγχάνεται η μεταφορά της πληροφορίας από το εσωτερικό.

πιθανές αλληλεπιδράσεις e- με τα άτομα



η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία - κύμα: $c = \lambda \cdot f$
C η ταχύτητα του φωτός, λ το μήκος κύματος, f η συχνότητα του

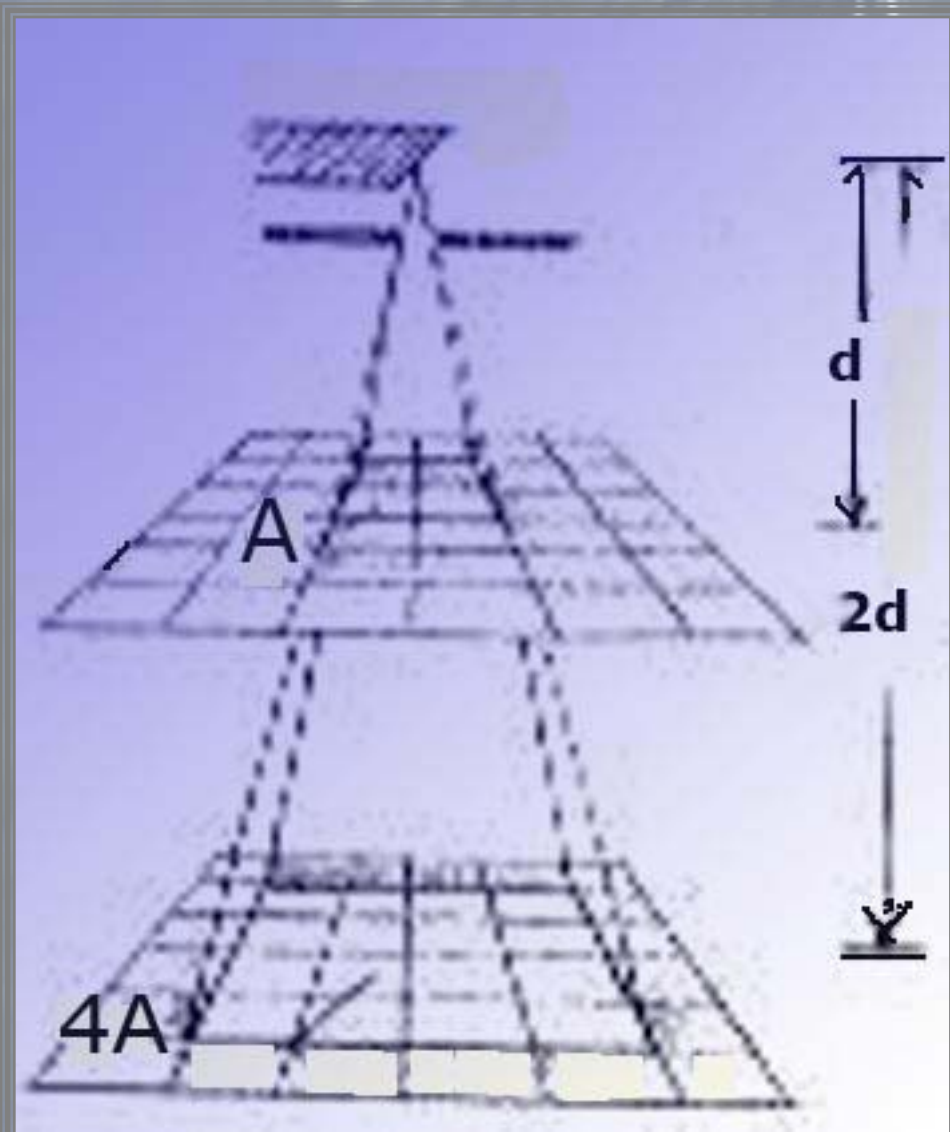
$$E = h \cdot f$$

Δηλ. η ενέργεια **E** που μεταφέρει κάθε φωτόνιο εξαρτάται από την συχνότητα **f** της ακτινοβολίας

Ηλεκτρονιοβόλτ (eV): το ποσόν της ενέργειας που αποκτά το ηλεκτρόνιο όταν επιταχύνεται από διαφορά δυναμικού ίση με 1 Volt

πολλαπλάσια αυτού: KeV, MeV, φορτίο e^- : 1.6×10^{-19} Cb

Πως διαδίδεται η δέσμη ακτίνων στον αέρα;



1. σε απόσταση d από την πηγή η δέσμη καλύπτει επιφάνεια A

2. σε απόσταση $2d$ καλύπτει επιφάνεια $4A$

Ενταση: σε κάποιο σημείο του πεδίου είναι αντιστρόφως ανάλογη της απόστασης από την πηγή: $1/d^2$

Νόμος του αντιστρόφου τετραγώνου

Αυτό σημαίνει ότι όσο πιο μακριά βρισκόμαστε από την πηγή η ακτινοβολία εξασθενεί και εμείς ακτινοβολούμεθα λιγότερο

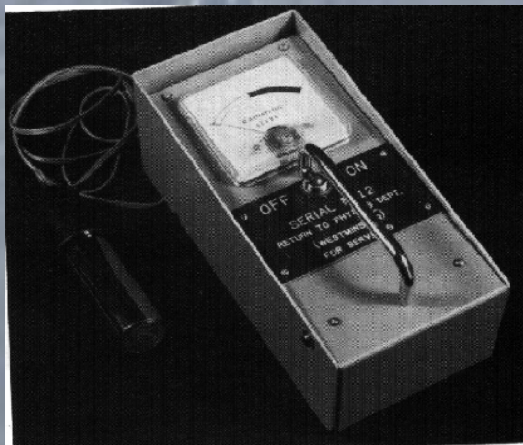
η εξασθένιση της ακτινοβολίας εξαρτάται από

- την ενέργεια της ακτινοβολίας αλλά και από
- τον ατομικό αριθμό
- την πυκνότητα και τα ηλεκτρόνια/gm του υλικού

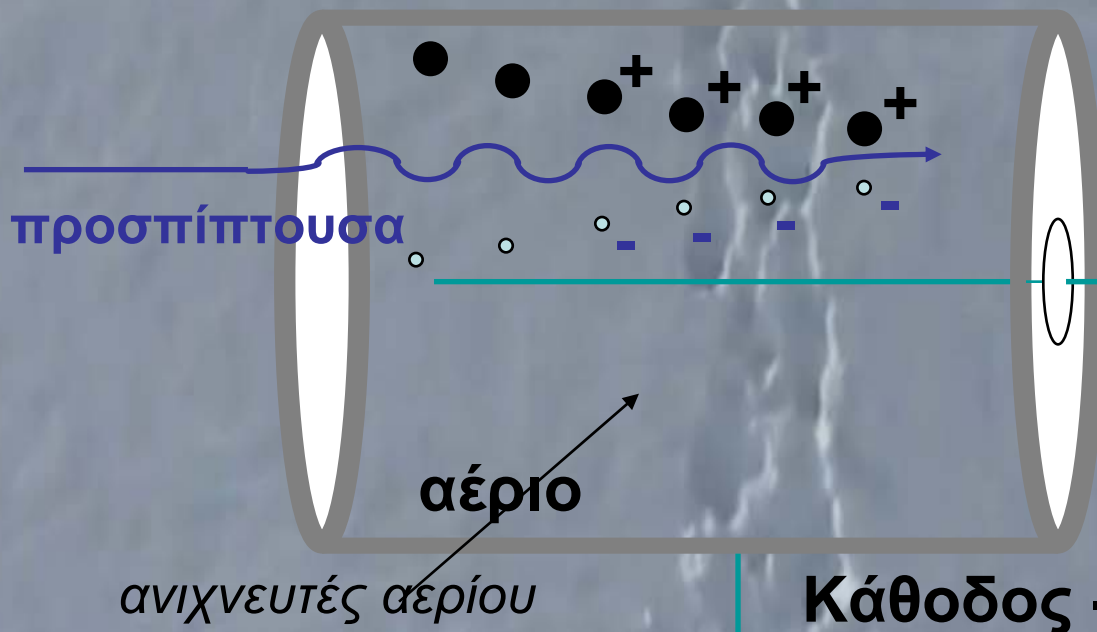


η ευθύγραμμη μετάδοση ενέργειας, LET, εξαρτάται όχι μόνον από την ενέργεια αλλά και από το είδος της ακτινοβολίας

Ανίχνευση ακτινοβολίας



GM ανιχνευτές χώρου
τάση

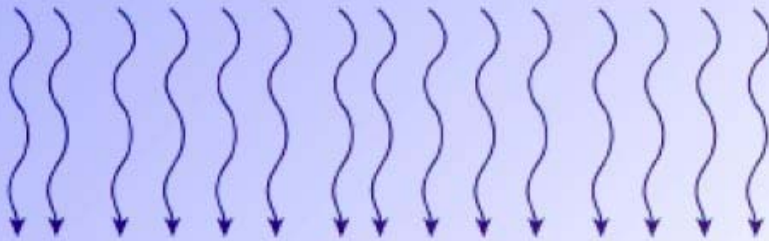


Ανοδος +

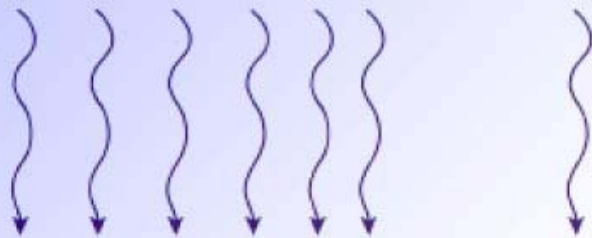
ρεύμα
Μετρητικό
σύστημα

Εξασθένηση-απορρόφηση

Φωτόνια ακτίνων - X



Μαλακός ιστός $\rho - 1 \text{ g/cm}^3$ $Z_{\text{eff}} - 7$	Οστά $\rho - 2 \text{ g/cm}^3$ $Z_{\text{eff}} - 14$
--	--



πάχος ημισείας τιμής
H.V.L.

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu x}$$

I_0 = ένταση αρχικής δέσμης
 μ = συντελεστής εξασθένησης
 x = πάχος υλικού

HVL (Half Value Layer) :

ΤΟ ΠΑΧΟΣ ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΠΟΥ
ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΓΙΑ ΝΑ
ΜΕΙΩΘΕΙ Η ΕΝΤΑΣΗ ΤΗΣ
ΔΕΣΜΗΣ 50%

Εκμεταλλευόμαστε αυτό το φαινόμενο
για να καταγράψουμε την σύσταση κάθε υλικού
στο εσωτερικό του σώματος

ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΥΛΗΣ



Εάν η ακτινοβολία (ενέργεια) περνούσε μέσα από το σώμα χωρίς να αλληλεπιδράσει με τους ιστούς (εξασθένιση μέσω **σκέδασης, απορρόφησης** και άλλων φαινομένων), τότε η ανεπηρέαστη – εξερχόμενη ενέργεια

- δεν θα μετέφερε καμία χρήσιμη πληροφορία από τους ιστούς
- και δεν θα ήταν δυνατή η δημιουργία εικόνας της εσωτερικής ανατομίας ή λειτουργικότητας του σώματος.

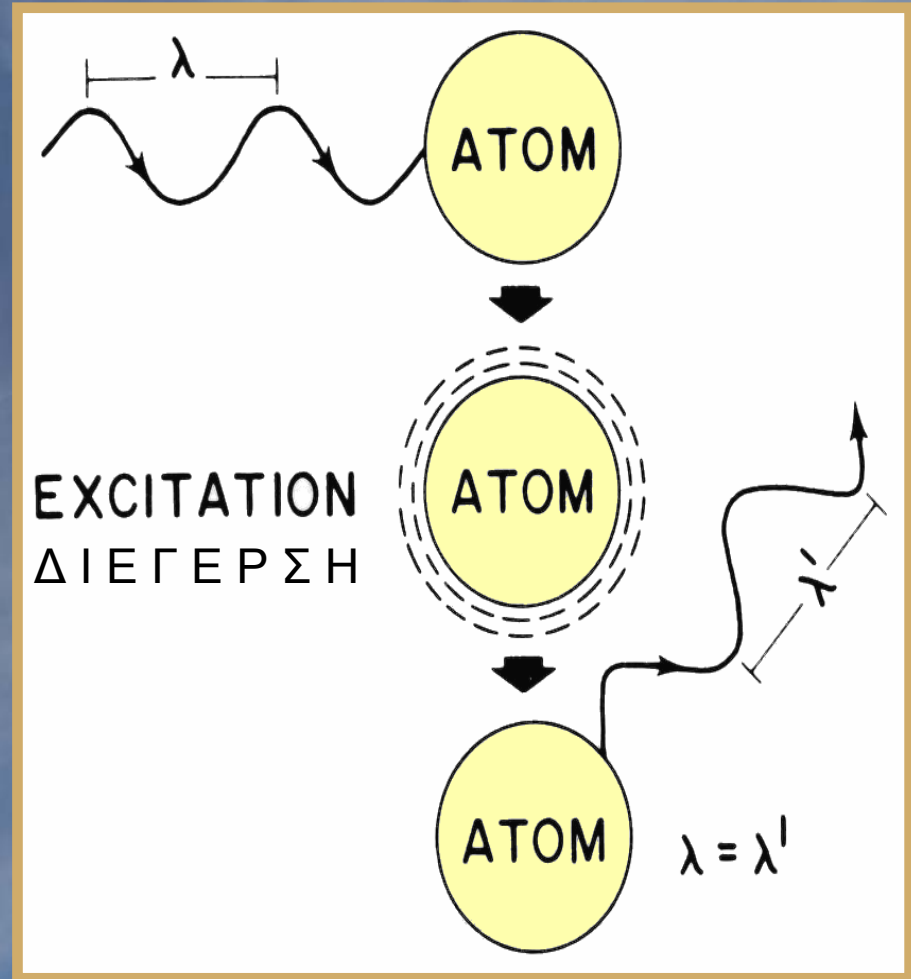
ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΥΛΗΣ

- σκέδαση
- φωτοηλεκτρικό φαινόμενο
- Compton σκέδαση
- δίδυμος γέννεση-εξαύλωση

Ας παρατηρήσουμε σχηματικά αυτά τα φαινόμενα

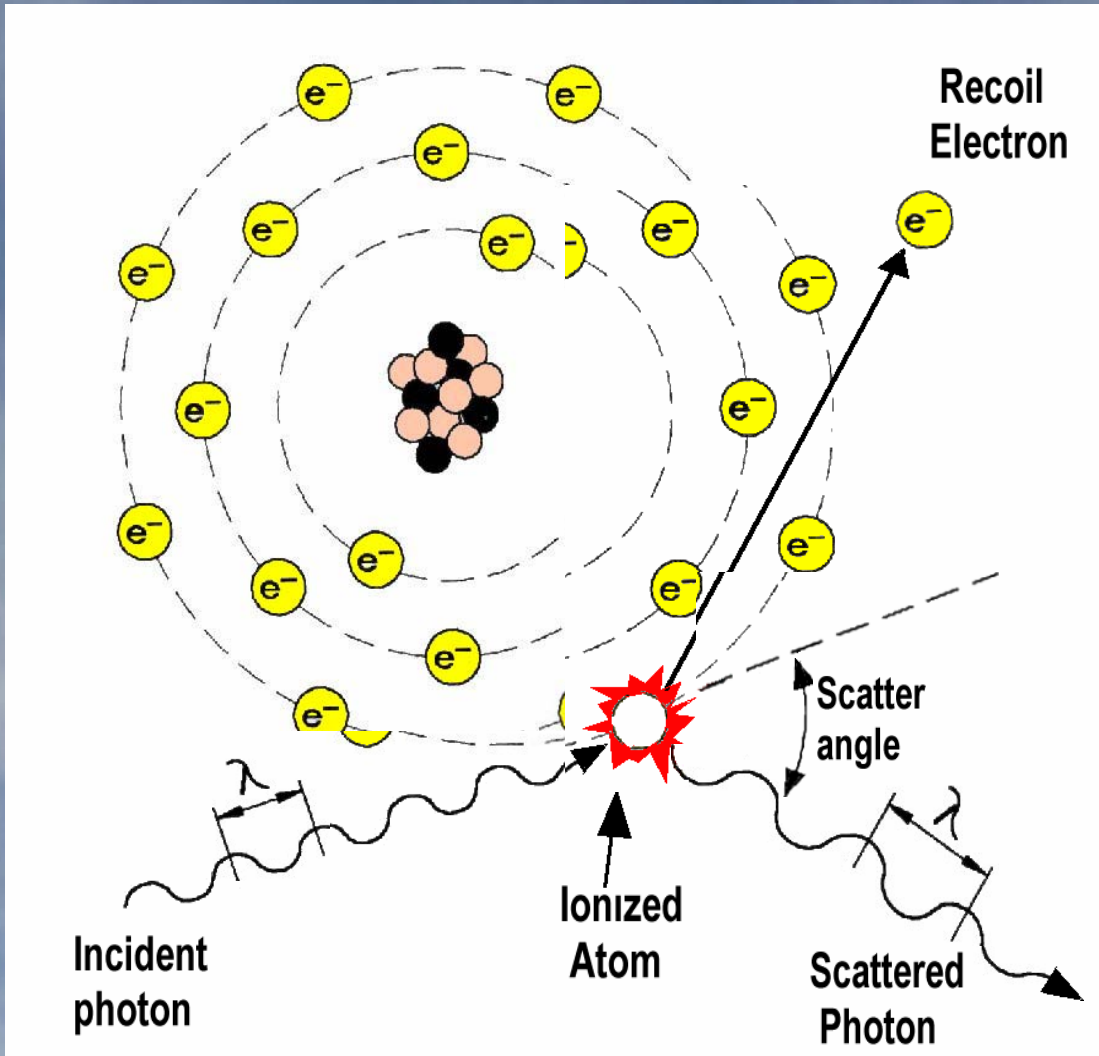
Coherent (κλασσική) σκέδαση

- e^- στο άτομο μπορεί ν'αντιδράσουν στα ηλεκτρομαγνητικά κύματα απορροφώντας ενέργεια, η οποία διεγείρει το άτομο
- Αργότερα εκπέμπεται φωτόνιο με την ίδια ενέργεια
- Είναι σπάνιο φαινόμενο & συμβαίνει με ακτίνες-Χ χαμηλής ενέργειας
- Δεν εναποτίθεται ενέργεια
- Φαινόμενο μη χρήσιμο για δημιουργία εικόνας



ΣΚΕΔΑΣΗ COMPTON

Αλληλεπίδραση με έξω e^-
δηλ. $BE \ll$ πολύ μικρότερη
από την ενέργεια της
ακτίνας χ



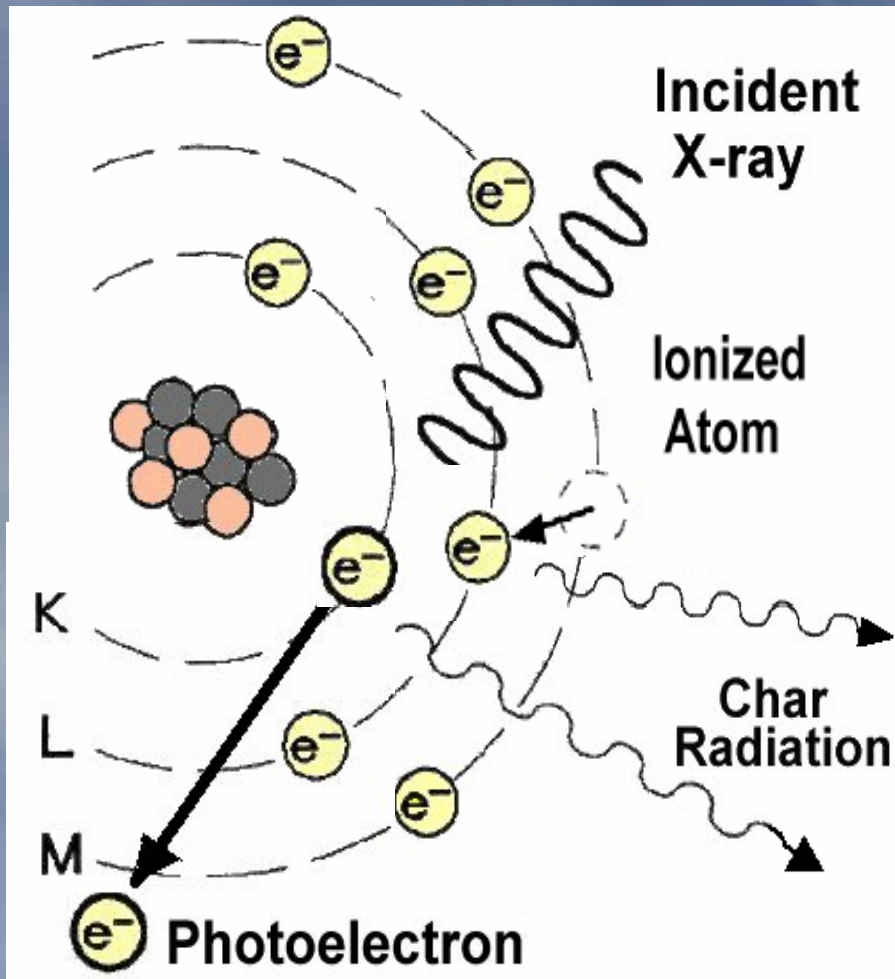
3 τελικά προϊόντα:

- 1) σκεδαζόμενη ακτίνα- χ (με μειωμένη ενέργεια)
- 2) Εκπομπή e^- με κινητική ενέργεια
- 3) **Ιονισμένο άτομο**

Τα σκεδαζόμενα φωτόνια

- δεν προσδιορίζουν το σημείο απ' όπου ξεκίνησαν,
- δεν βοηθούν στην απεικόνιση
- **συνεισφέρουν σημαντικά στην ακτινοβόληση εξεταζόμενου και εξεταστού**

Φωτοηλεκτρικό φαινόμενο



■ αλληλεπίδραση με εσω
ηλεκτρόνιο e⁻ (Κ-στοιβάδα)

■ αποτέλεσμα:

- 1) φωτοηλεκτρόνιο με ενέργεια
Κιν Ενεργ = $E_{x\text{-ray}} - BE$
- 2) Χαρακτηριστική ακτινοβολία
- 3) Ιονισμένο άτομο

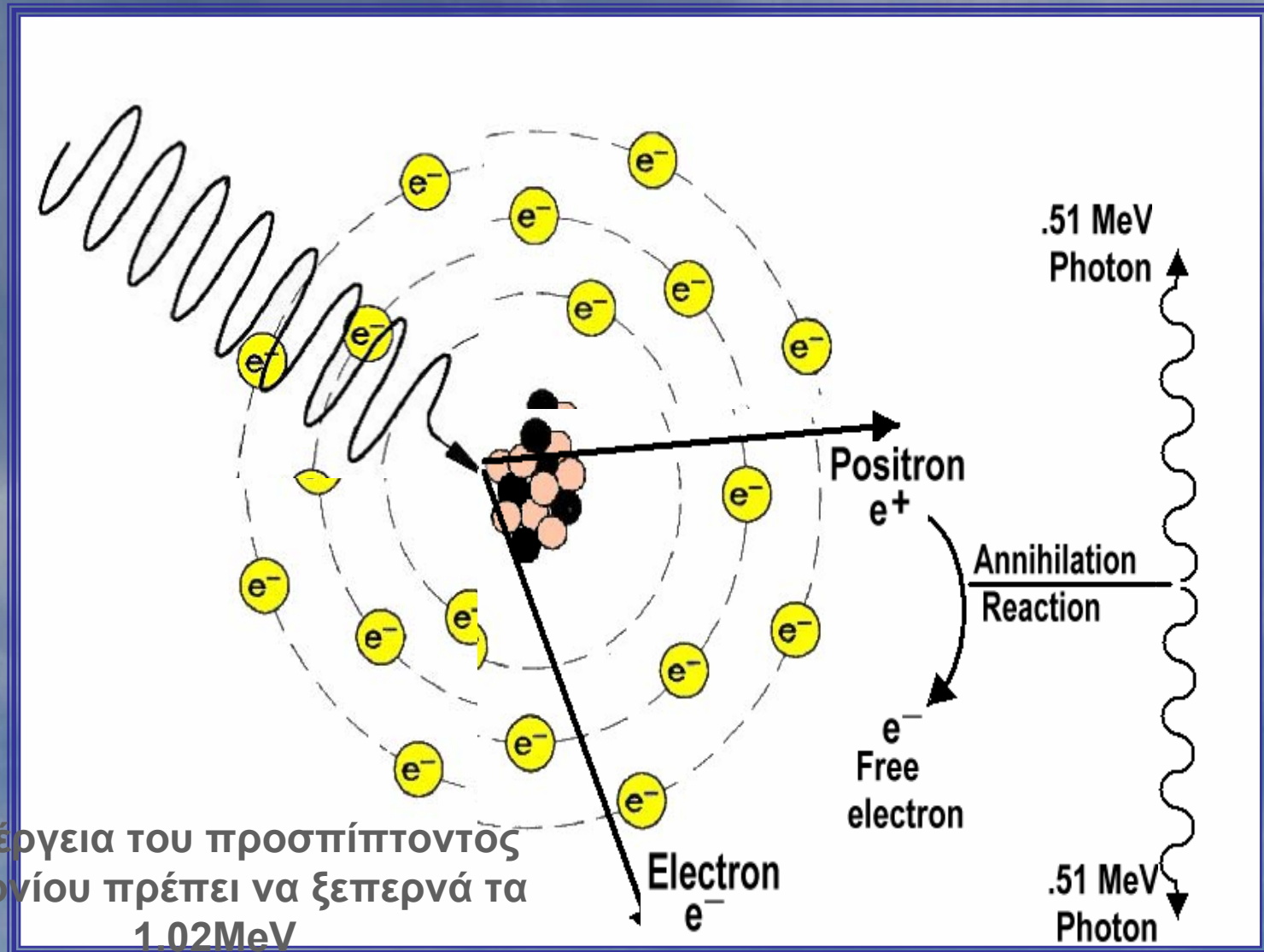
■ Η μοίρα της ενέργειας:
e⁻ και φωτόνια χαρακτηριστικής
ακτινοβολίας εναποθέτουν όλη
τους την ενέργεια στα πλησίον
άτομα

Απορρόφηση

BE: Binding Energy (Ενέργεια δεσμού)

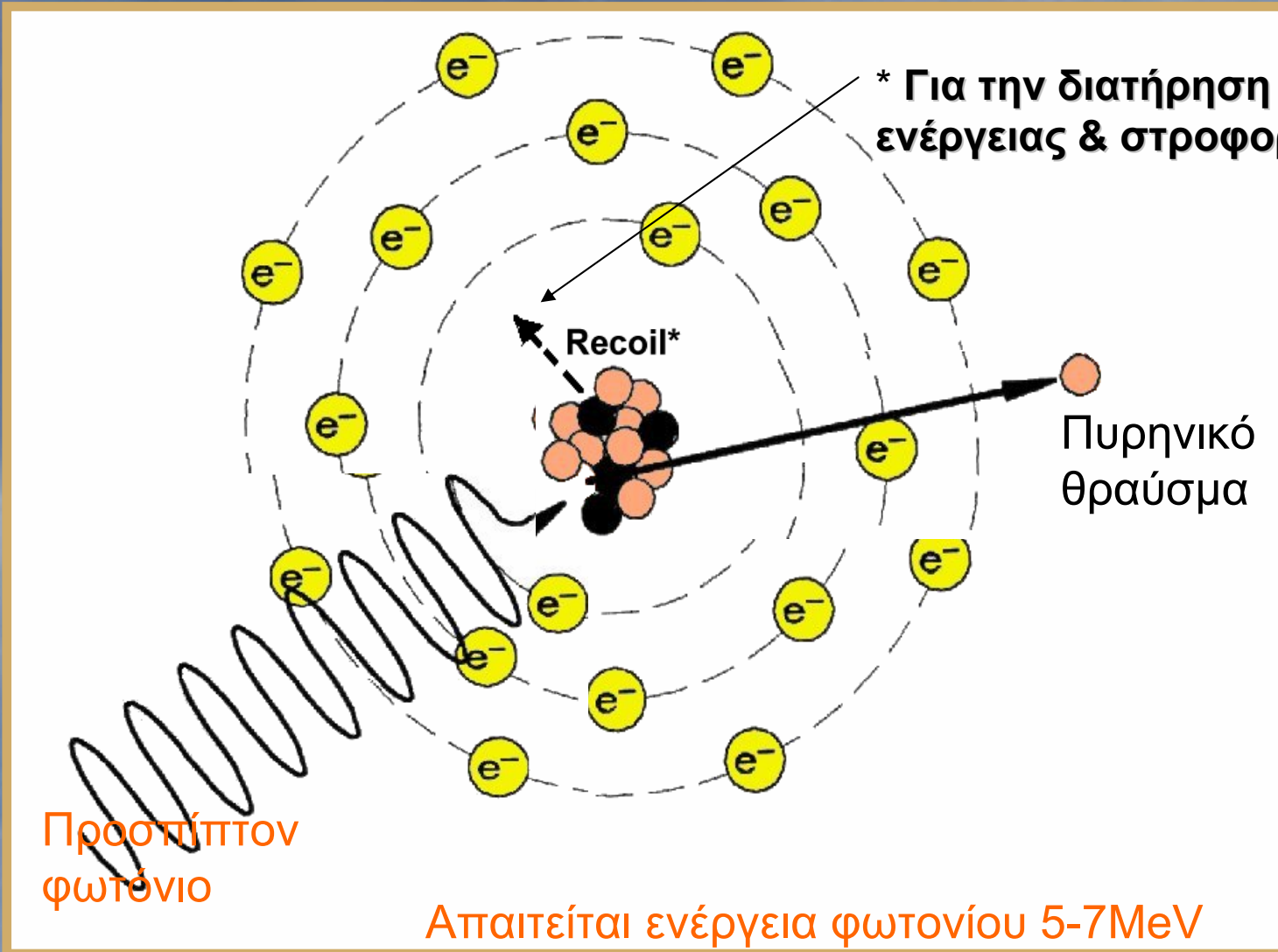
Μαρία Λύρα, Αν. Καθηγήτρια, Α'Εργαστήριο Ακτινολογίας, Παν/μιο Αθηνών
Maria Lyra, Assoc Prof. Medical Physicist, University of Athens

Δίδυμος γέννηση – εξαΰλωση



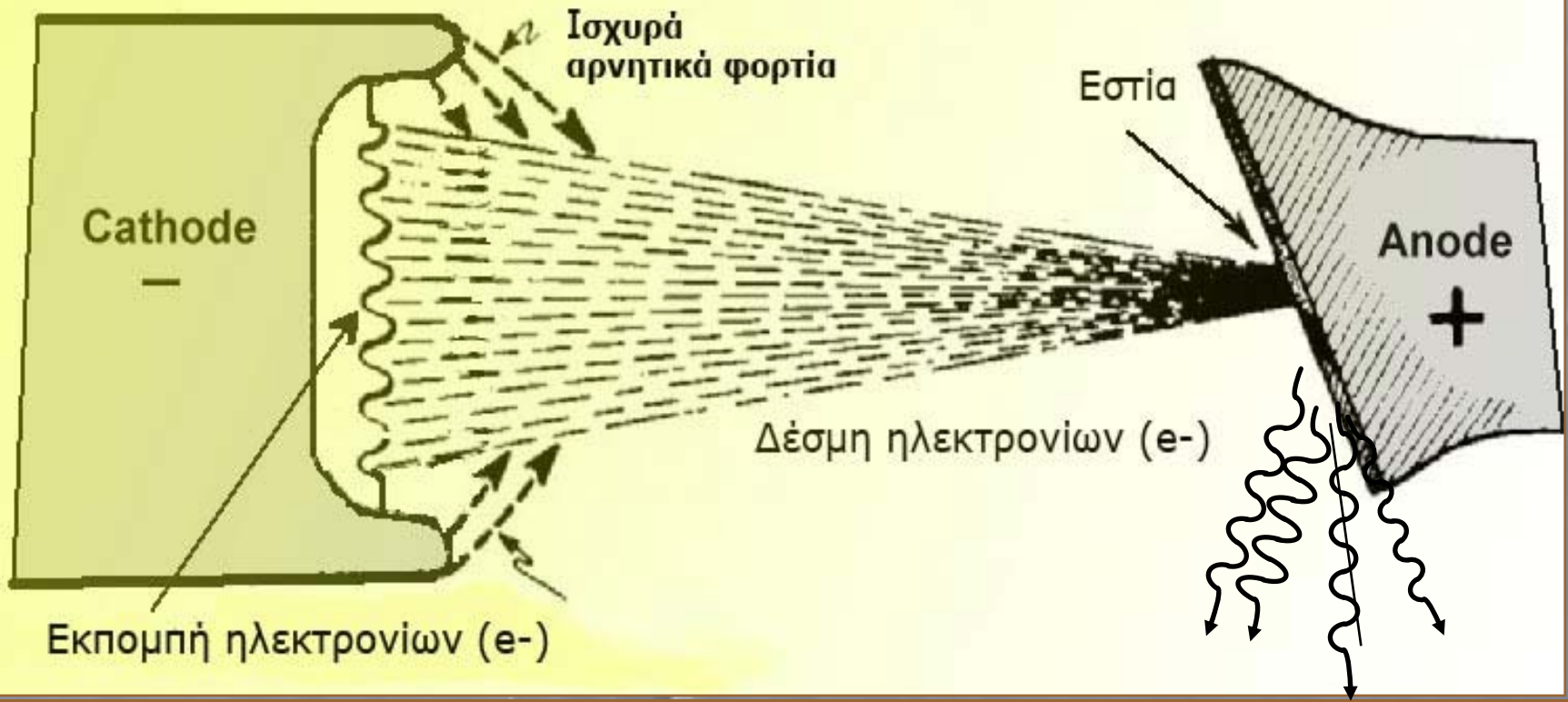
Η ενέργεια του προσπίπτοντος φωτονίου πρέπει να ξεπερνά τα 1.02 MeV

Διάσπαση

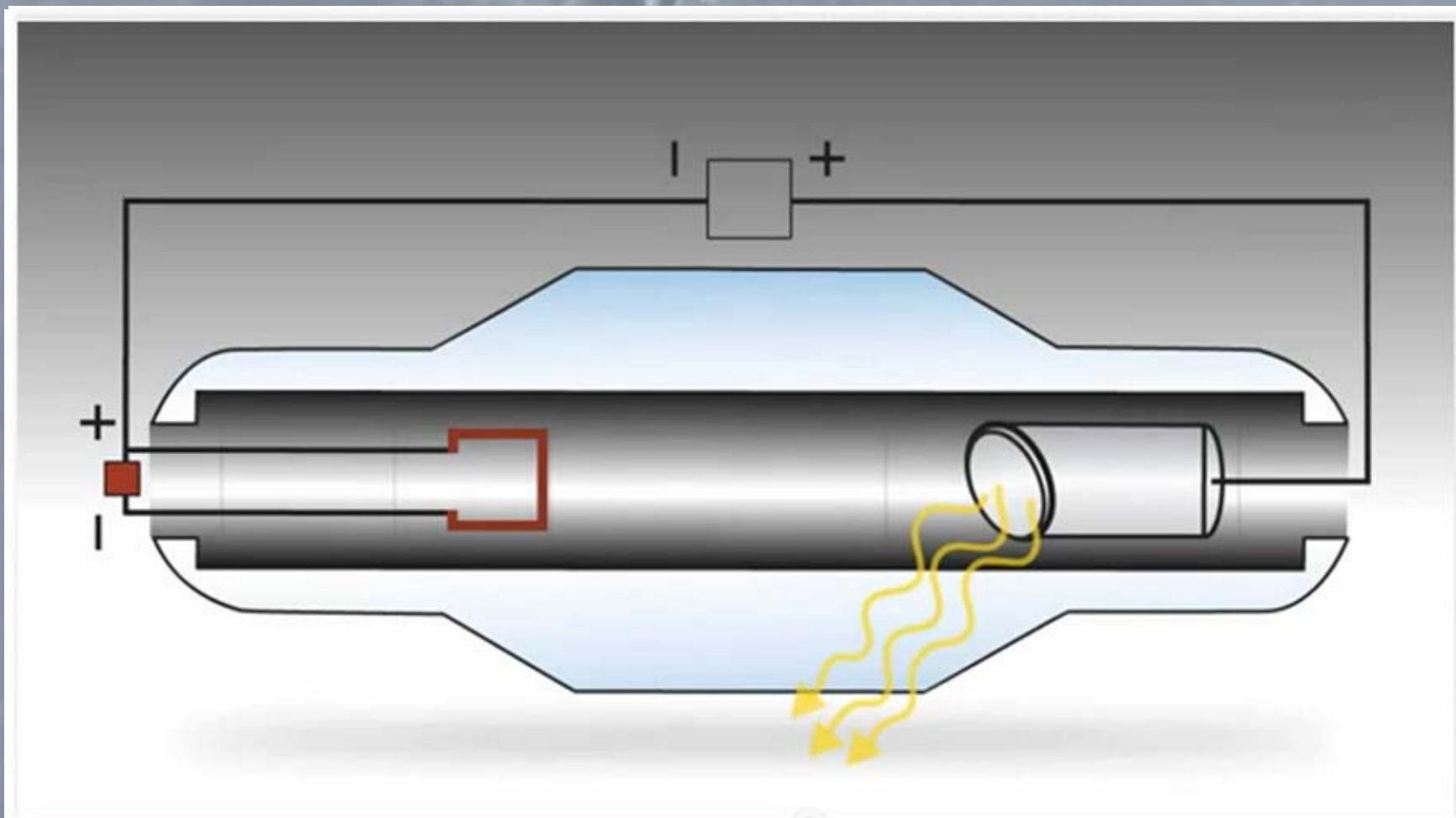


Πώς παράγονται οι ακτίνες-χ;

(ακτινοβολία πεδήσεως-Bremsstrahlung)

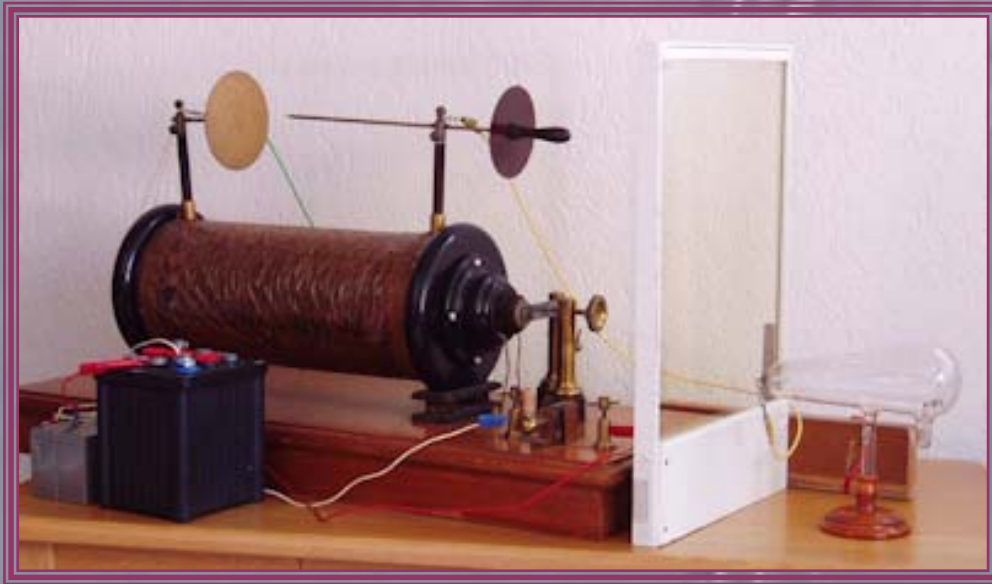


Ακτινολογική λυχνία- Λήψη ακτινογραφιών



Ακτινολογική λυχνία- Λήψη ακτινογραφιών

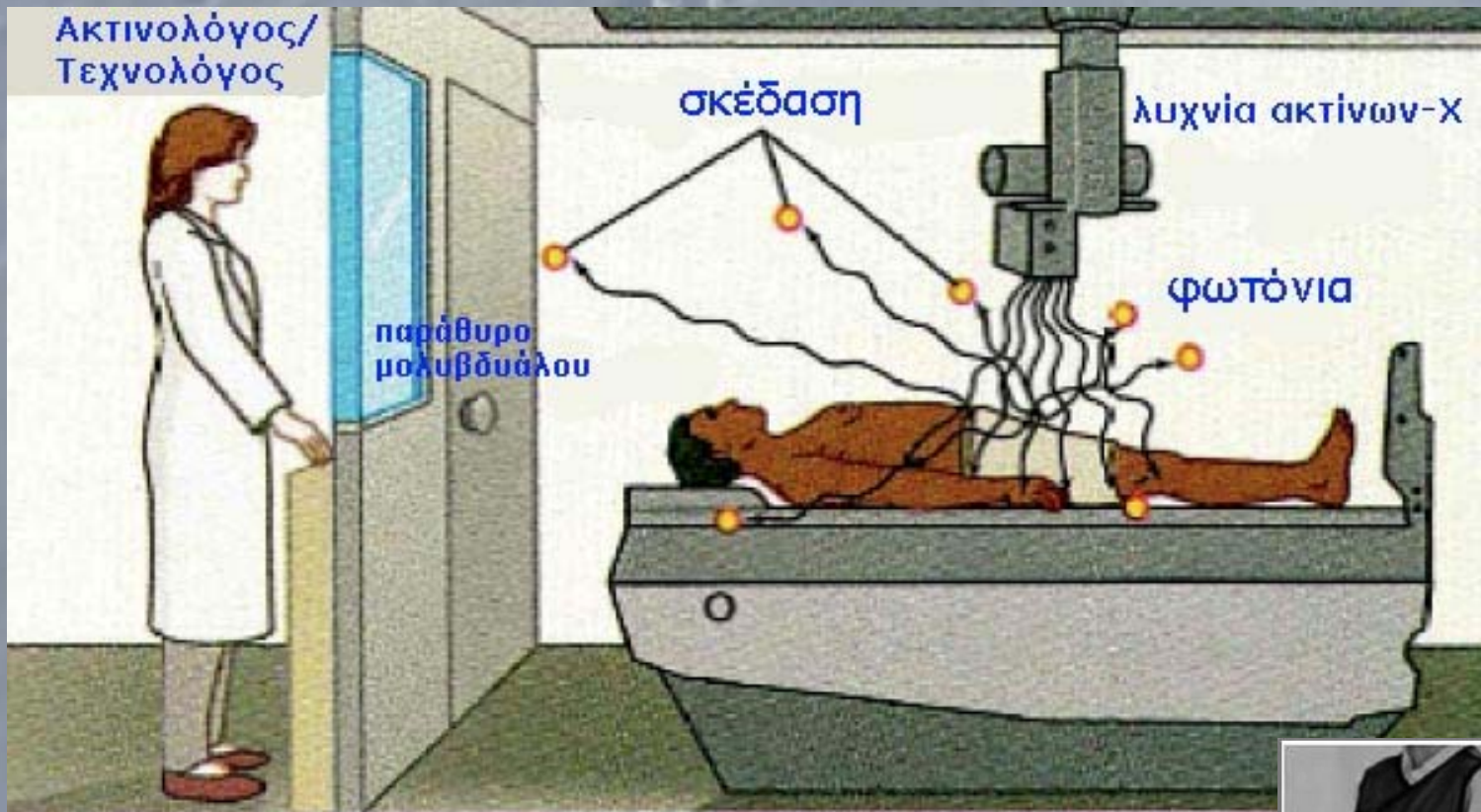
χρόνια που η φυσική άλλαξε τον κόσμο....



Ολλανδοί ερευνητές ανακατασκεύασαν
παλαιό ακτινολογικό σύστημα 115 ετών



Σύγκριση ποιότητας εικόνας
A. από σύστημα ηλικίας 115 ετών
χρόνος έκθεσης: 21 λεπτά
ακτινοβολία: 1500 φορές μεγαλύτερη
B. σύγχρονη ακτινογραφία



Προστασία προσωπικού σε ειδικές εξετάσεις ακτίνων-χ
Ακτινοπροστατευτική ποδιά, γάντια, γυαλιά

Προστασία εξεταζομένου
Κάλυμμα θυρεοειδούς, γεννητικών οργάνων



Μαρία Λύρα, Αν. Καθηγήτρια, Α'Εργαστήριο Ακτινολογίας, Παν/μιο Αθηνών
Maria Lyra, Assoc Prof. Medical Physicist, University of Athens



Βασικές Αρχές Ακτινοπροστασίας

- Αρχή της Αιτιολόγησης
- Αρχή της Βελτιστοποίησης
- Αρχή των Ορίων Δόσεων

*Μαρία Λύρα, Αν. Καθηγήτρια, Α'Εργαστήριο Ακτινολογίας, Παν/μιο Αθηνών
Maria Lyra, Assoc Prof. Medical Physicist, University of Athens*

Βασικές Αρχές Ακτινοπροστασίας



➤ Αρχή της Βελτιστοποίησης

Κάθε **έκθεση σε ακτινοβολία** πρέπει να προγραμματίζεται ώστε το μέγεθος της επιβάρυνσης να διατηρηθεί **τόσο χαμηλά όσο είναι λογικά εφικτό** λαμβάνοντας υπ' όψιν κάθε σχετικό κοινωνικό και οικονομικό παράγοντα.

ALARA(As Low As Reasonable Achievable)

➤ Αρχή των Ορίων Δόσεων

Δεν επιτρέπεται υπέρβαση των ορίων δόσεων που καθορίζονται στους Κανονισμούς Ακτινοπροστασίας, παρά μόνο σε ειδικές περιπτώσεις (π.χ. καταστάσεις έκτακτης ανάγκης) και αφού ληφθεί υπ όψιν η

➤ Αρχή της Αιτιολόγησης.

Όρια Δόσεων

- **όριο ενεργού δόσεως επαγγελματικά εκτιθεμένων: 20 mSv/yr**
- **όριο ενεργού δόσεως πληθυσμού: 1 mSv/yr**

ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΜΕΝΗ ΔΟΣΗ & ΕΝΕΡΓΟΣ ΔΟΣΗ



Με την ιοντίζουσα ακτινοβολία μεταφέρεται στους ιστούς ενέργεια που προκαλεί ηλεκτρικές και χημικές αλλαγές.

Η ενέργεια που εναποτίθεται σε μάζα ιστών είναι η **ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΜΕΝΗ ΔΟΣΗ**

Η Ενέργεια (E) που εναποτίθεται στην μονάδα μάζας (m) είναι ίση με **1Gy**

$$1\text{Gy} = 1 \text{ joule/kg}$$

$$m = 1\text{kg}$$
$$E = 1\text{Joule}$$

Για να συνεκτιμηθεί η ποιότητα της ακτινοβολίας που δρα (ακτίνες α β , σωματάρια α β ή νετρόνια) η απορροφούμενη δόση πολλαπλασιάζεται με τον συντελεστή **ποιότητας** της ακτινοβολίας **Q**

Μερικοί ιστοί είναι πιο ευαίσθητοι στις ακτινοβολίες από άλλους και η ισοδύναμη δόση πολλαπλασιάζεται με τον παράγοντα βαρύτητας **W** κάθε ιστού για να δώσει την **ΕΝΕΡΓΟ ΔΟΣΗ**

Η Ενεργός Δόση βοηθά στην σύγκριση **του κινδύνου** μεταξύ διαφορετικών διαγνωστικών μεθόδων με χρήση ακτίνων α ή γ και ραδιοϊσότοπα

Η ΜΟΝΑΔΑ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΔΟΣΗΣ ΕΙΝΑΙ ΤΟ Sievert
 $1\text{Sv}=1\text{Joule/kg}$ (όπως και το Gy)

Συνήθως χρησιμοποιείται το mSv ($1\text{ Sv} = 1000\text{ mSv}$)

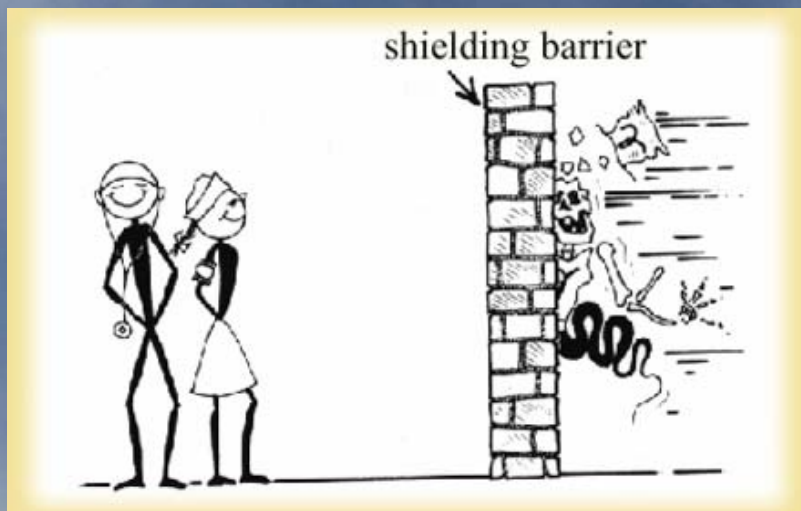
Το Sv ορίζεται ως το γινόμενο:

- ο Της απορροφούμενης δόσης
- ο Του συντελεστή ποιότητας
- ο και παραγόντων ακτινευαισθησίας των ιστών

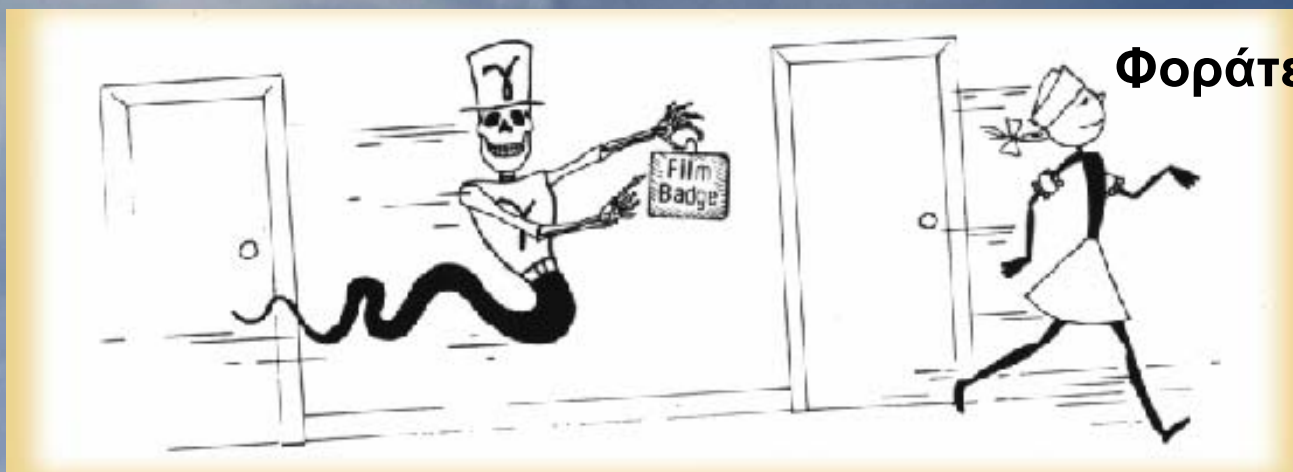
Ο συντελεστής ποιότητας για την ακτινοβολία α και γ είναι 1.

Ολόσωμη Δόση: Η ενέργεια σ'ολόκληρο το ακτινοβοληθέν σώμα
δια της μάζας του

Ακτινοπροστασία προσωπικού Μην χορεύετε !!! με την ακτινοβολία



Θωράκιση- απόσταση- χρόνος



Αξονική Τομογραφία;

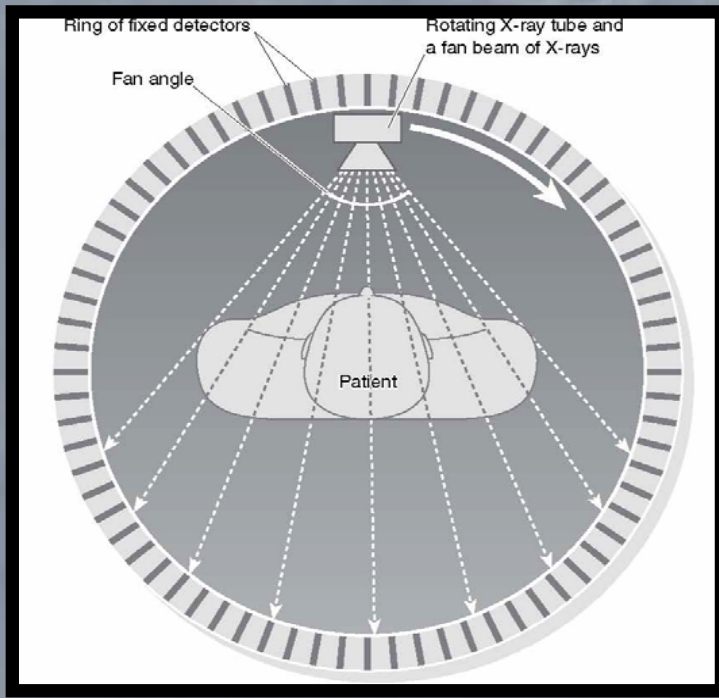
Υπολογιστική Τομογραφία;

CT ?

Ανακατασκευή τομών-
εκμετάλλευση της πυκνότητας των ιστών...

Μεγαλύτερη επιβάρυνση από την ακτινοβολία!

Αρχή λειτουργίας του Αξονικού Τομογράφου



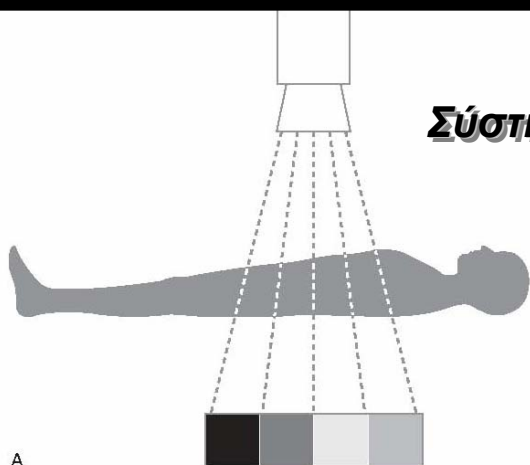
Το 1972 για 1η φορά αναπτύχθηκε Αξονικός Τομογράφος (CT) από τον Sir Godfrey Hounsfield

- χρησιμοποιούνται ακτίνες-Χ για να δημιουργηθούν τομές- εικόνες 2 διαστάσεων του σώματος.
- Οι πληροφορίες καταγράφονται κατά την περιστροφή της λυχνίας των ακτίνων-Χ, 360° γύρω από τον εξεταζόμενο
- Η ακτινοβολία διάδοσης που περνά το σώμα μετράται από ευαίσθητους ανιχνευτές ακτινοβολίας σε δακτύλιο γύρω από το σώμα του ασθενούς
- Η εικόνα, τελικά, δημιουργείται από την ανασύσταση των μετρήσεων της εξασθένησης των ακτίνων ανάλογα με την πυκνότητα του ιστού

• Από τις καταγραφές των εντάσεων υπολογίζεται η **πυκνότητα** ή η τιμή της **εξασθένησης** του ιστού σε κάθε σημείο της τομής.

• Μετρήσεις γίνονται στην κλίμακα μονάδων Hounsfield (HU)

Σύστημα πολλαπλών δακτυλίων ανιχνευτών



A

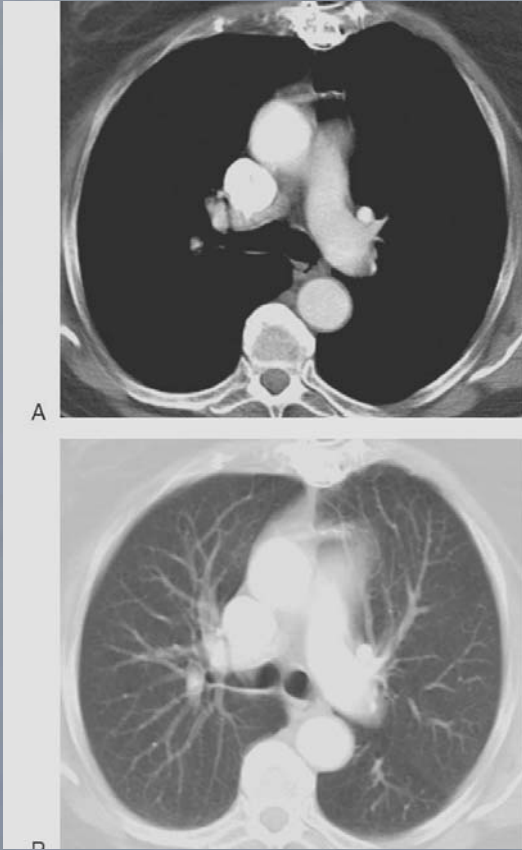
Ελικοειδής ΑΤ πολλαπλών τομών



B



Εικόνες της αυτής τομής
σώματος με διαφορετικά
χαρακτηριστικά παραθύρου



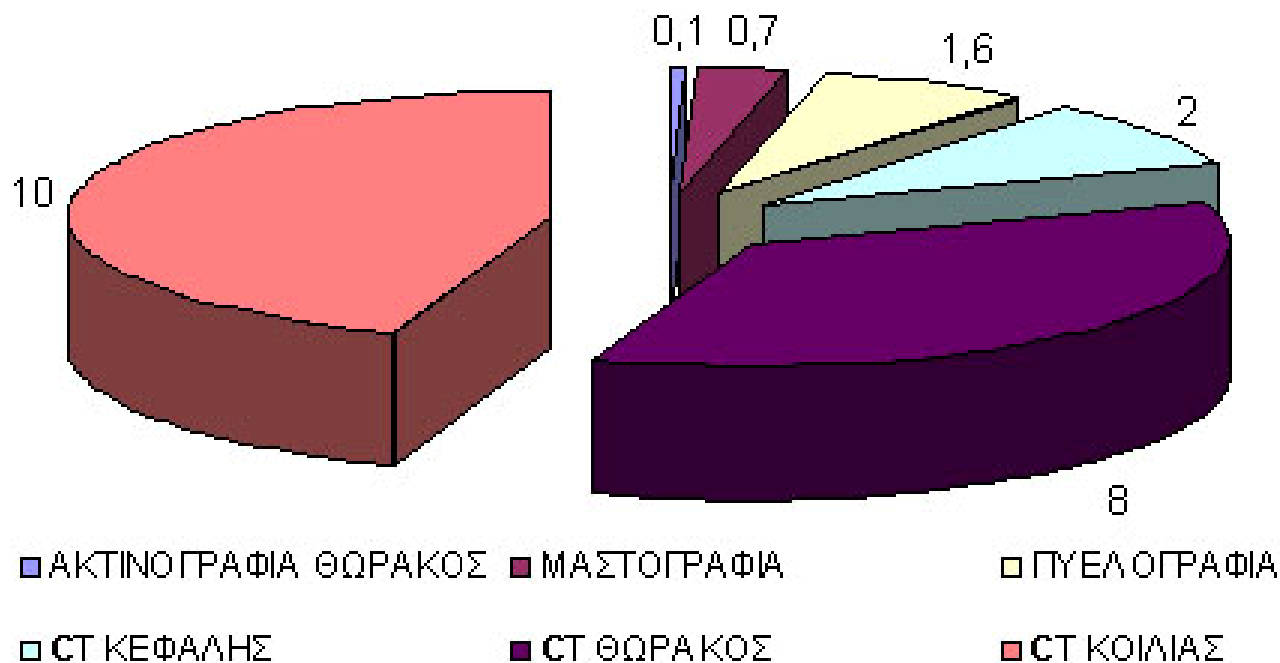
- A) απεικονίζεται το μεσοθωράκιο ή
- B) επιτρέπει την απεικόνιση λεπτομερειών του πνευμονικού παρεγχύματος

Μειονεκτήματα & Artifacts

- Απορροφούμενη Δόση
 - * Οι εξετάσεις CT αποτελούν το 4% των ακτινολογικών εξετάσεων
 - και συνεισφέρουν σε πλέον του 20% της απορροφούμενης δόσης από ιατρικές εξετάσεις
- Κίνηση του ασθενούς-
- υψηλής πυκνότητας αντικείμενα στο πεδίο (όπως οδοντικό αμάλαμα) - σκλήρυνση της δέσμης-

Σύγκριση επιβάρυνσης εξεταζομένων Ακτινογραφίες/ Αξονικές Τομογραφίες (CT)

ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΣ ΔΟΣΕΙΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ (mSv)



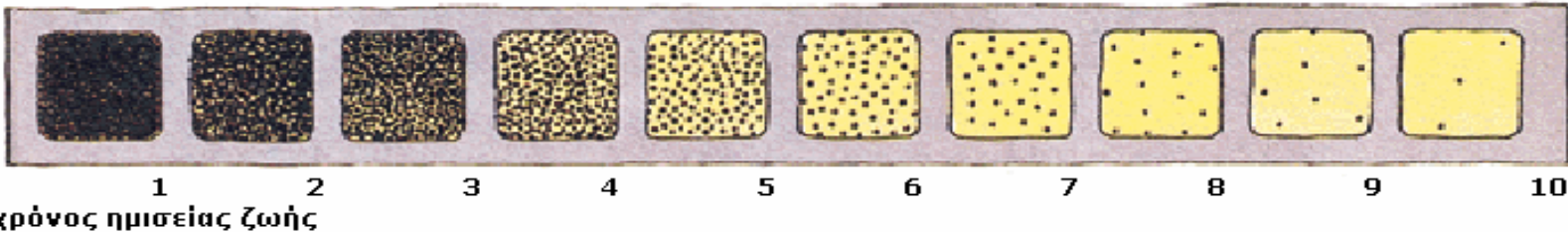
- **Ραδιενέργεια;**
- **Ακτινοβολία;**
- **Ραδιομόλυνση;**

- απεικόνιση με ραδιοϊσότοπα;
- ραδιοφάρμακα;

Ραδιενέργεια

Διάσπαση ασταθών πυρήνων , απόσπαση ηλεκτρονίων από τα άτομα και παραγωγή ιόντων

Ρυθμός διάσπασης της ραδιενέργειας: μετά 10 χρόνους ημιζωής η ακτινοβολία μειώνεται στο 1 χιλιοστό

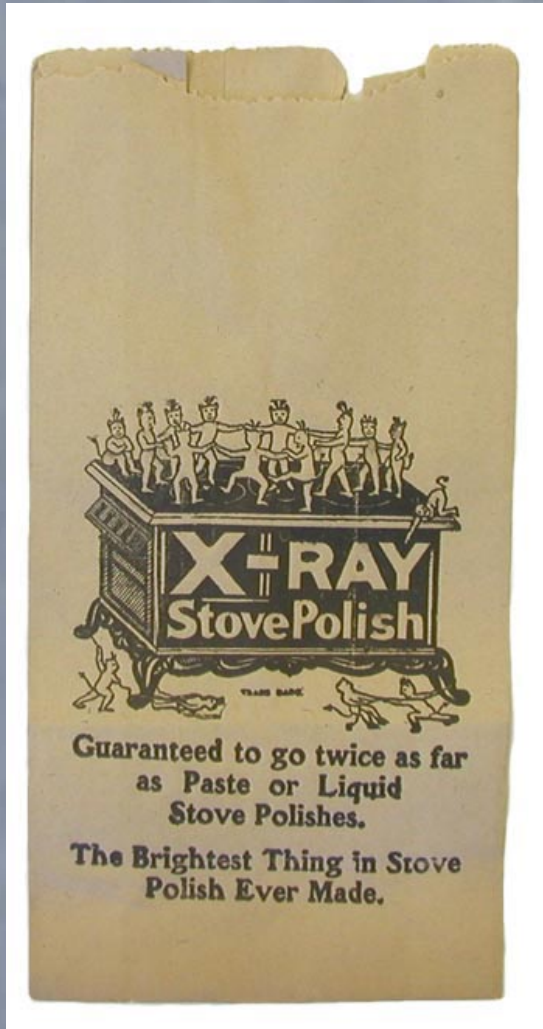


Ας πούμε κάτι για τις μονάδες ακτινοβολίας

- Η ενεργότητα (ποσότητα) της ραδιενέργειας εκφράζεται σε Becquerel
- 1 Bq = 1 διάσπαση του ραδιενεργού πυρήνα / sec
- Και η παραδοσιακή μονάδα; 1Ci= 37x10⁹Bq

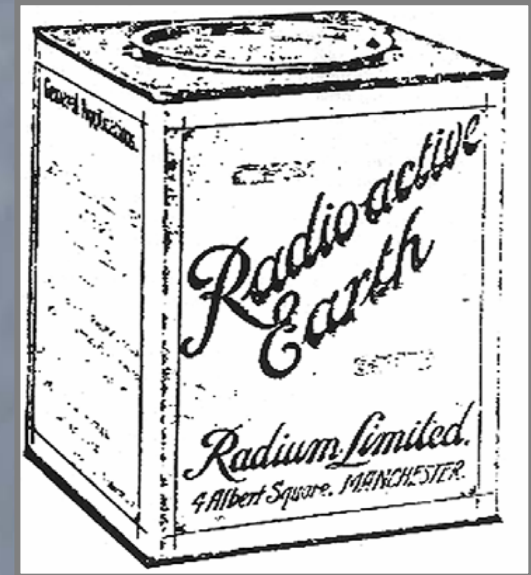
Η αλήθεια είναι ότι 1 mCi= 37MBq

Μόδα; Ονομασίες προϊόντων
Που θυμίζουν την ανακάλυψη της εποχής



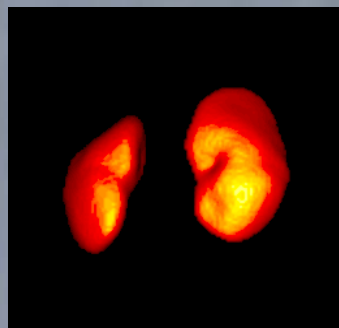
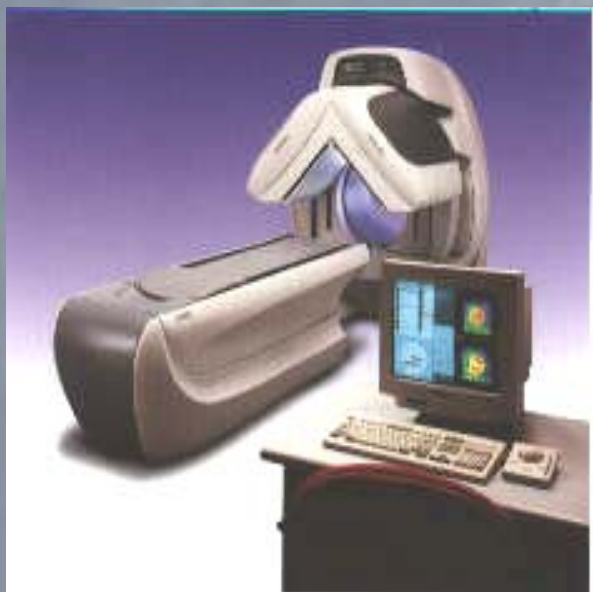
Αλόγιστος χρήση των ραδιενεργών ουσιών
κατά τα πρώτα χρόνια του 20ου αιώνα

Αγνοία...



Ακτινοβοληση για αισθητικούς λόγους από ειδικό
«εξειδικευμένο» αισθητικό και καλλυντικά που
περιείχαν **ράδιο** ήταν ευρέως διαδεδομένα .

Εξελίξεις στην τεχνολογία- Νέα συστήματα γ-camera



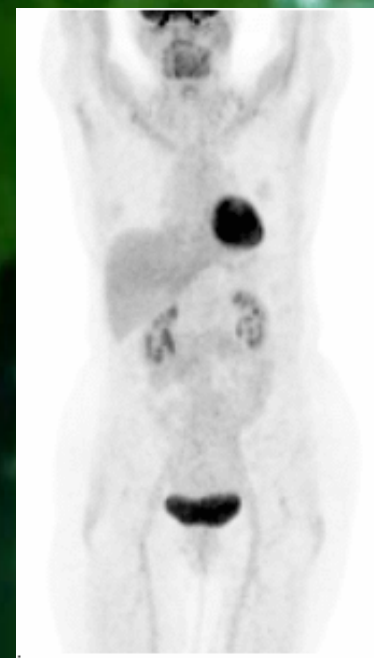
Ανακατασκευή 3D
εικόνας νεφρών



Η τρισδιάστατη
απεικόνιση,
αναδεικνύει την
ανώμαλη επιφάνεια
του οργάνου

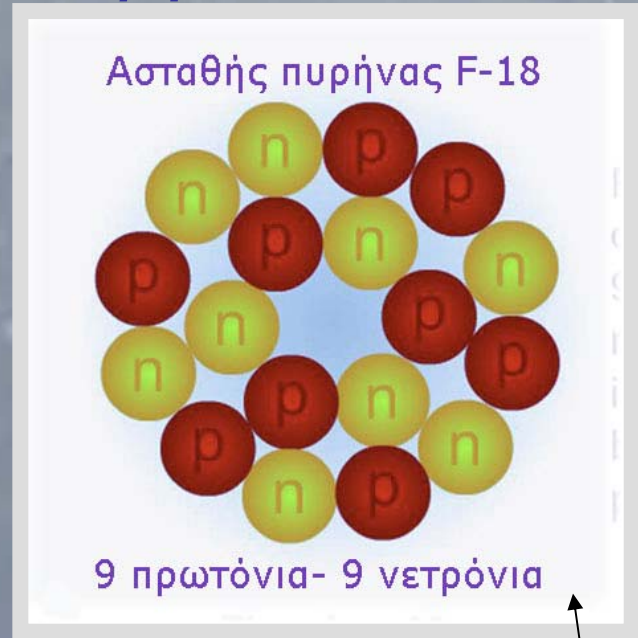
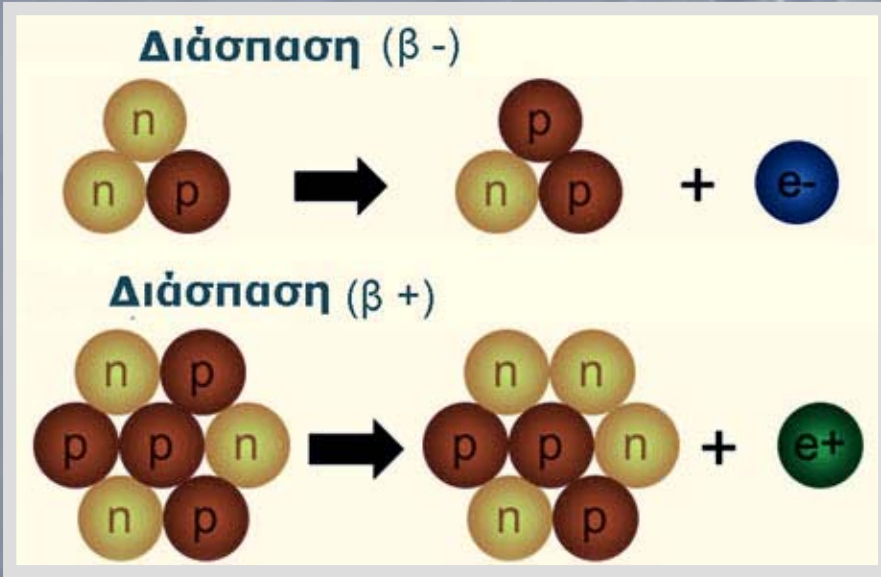


Τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων PET

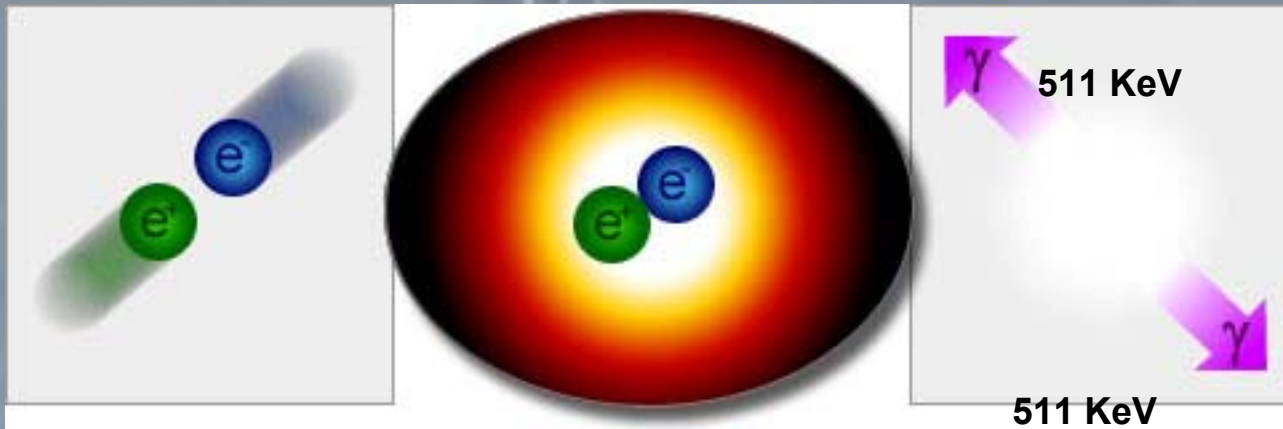


*Μαρία Λύρα, Αν. Καθηγήτρια, Α'Εργαστήριο Ακτινολογίας, Παν/μιο Αθηνών
Maria Lyra, Assoc Prof. Medical Physicist, University of Athens*

Εκμεταλλευόμαστε την αστάθεια των πυρήνων..



Διασπάται με εκπομπή ποζιτρονίου

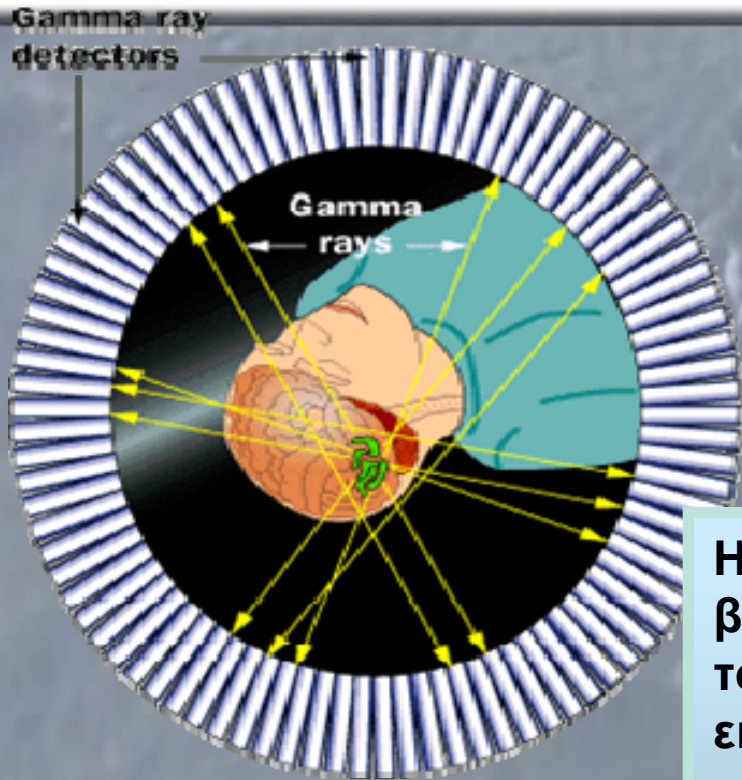


ΣΥΝΑΝΤΗΣΗ e^- και e^+ →

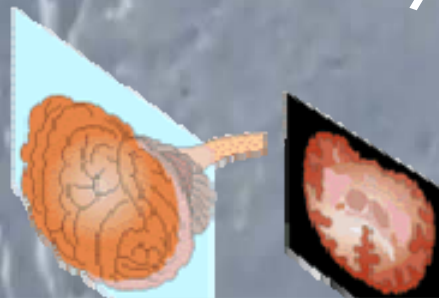
ΕΞΑΥΛΩΣΗ

Συνήθη Ραδιοϊσότοπα για χρήση με συστήματα PET

Ισότοπο	Half Life	Μεγίστη Ενέργεια (MeV)	Εμβέλεια στο ύδωρ (mm)
F-18	109.7min	0.635	2.39
C-11	20.4min	0.96	4.11
N-13	9.96min	1.19	5.39
O-15	2.07min	1.72	8.2
Rb-82	1,27min	3,150	15,50



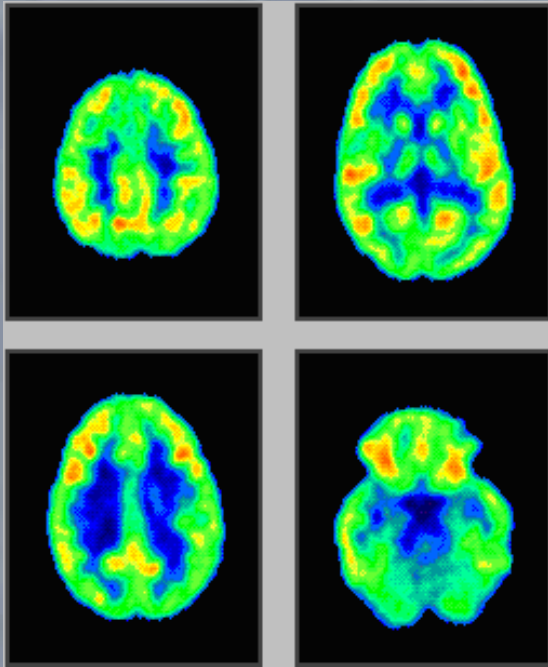
Με δύο λόγια:



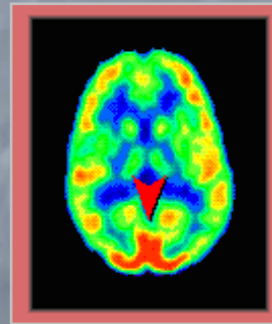
Η PET απεικονίζει την ροή του αίματος και βιοχημικές λειτουργίες ανάλογα με τον τύπο του μορίου που σημαίνεται με το ραδιενεργό β^+ εκπομπό (ποζιτρόνιο)

π.χ. Η PET δίδει εικόνες του μεταβολισμού της γλυκόζης στον εγκέφαλο, και άλλα μέρη του σώματος.

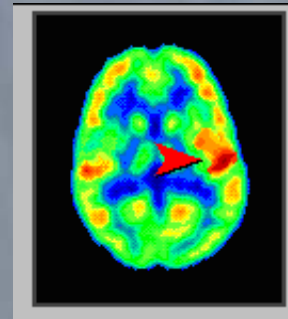
Η PET πρέπει να βρίσκεται κοντά σε κυκλοτρόνιο που παράγει τα πολύ μικρού χρόνου ημιζωής ραδιοϊσότοπα που χρησιμοποιούνται σ' αυτή την τεχνική.



Τομές εγκεφάλου
χωρίς εξωτερικό
ερέθισμα

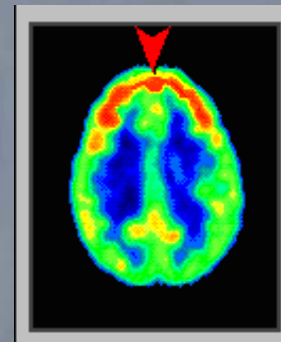


οπτικό ερέθισμα

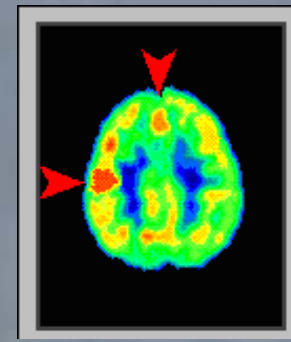


ηχητικό ερέθισμα

σκέψη



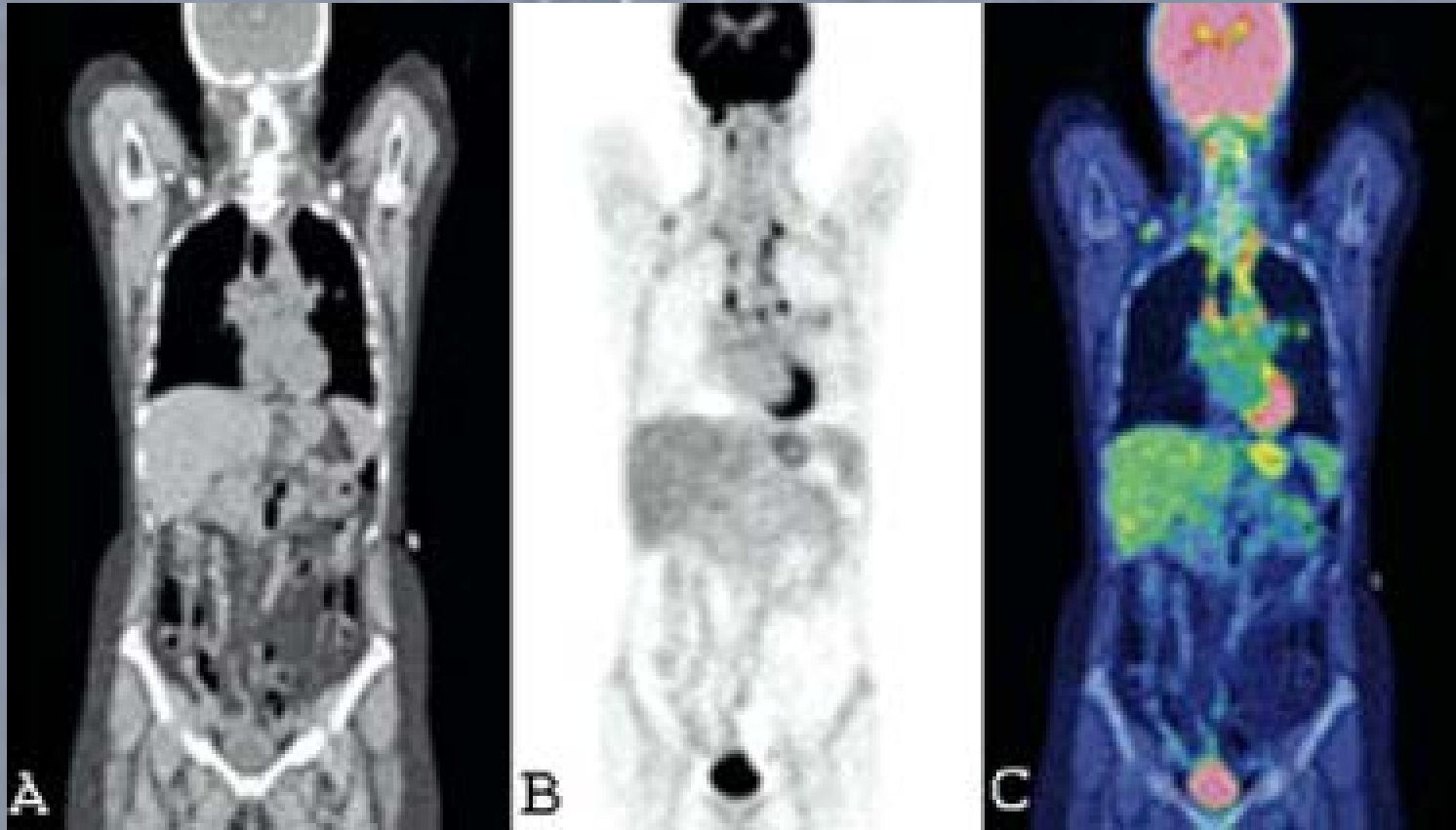
κίνηση



ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ ΡΕΤ

Συνεργασία με τον Αξονικό Τομογράφο (CT)

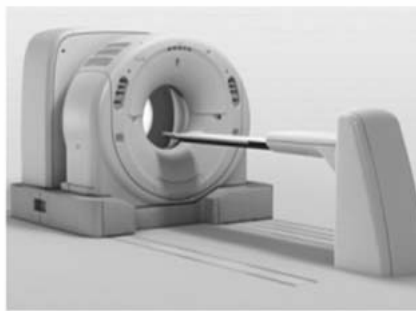
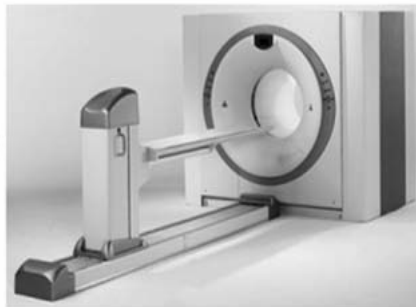
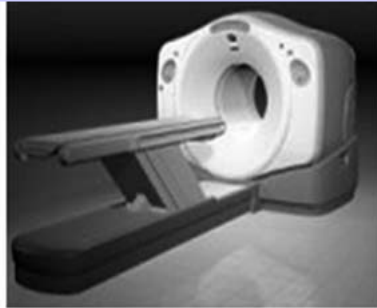
Ενώσαμε τα 2 συστήματα για καλύτερα αποτελέσματα



Συνένωση εικόνων; Γιατί;

- ✓ Ακριβής εντοπισμός βλαβών
- ✓ Αυξημένη αξιοπιστία της διάγνωσης
- ✓ Αυξημένη ακρίβεια ανατομικών στοιχείων
- ✓ μείωση χρόνου & κόστους από σχετικές επαναλαμβανόμενες εξετάσεις
- ✓ Διόρθωση εξασθένησης στις ποζιτρονικές εικόνες ταχύτερα

Σύγχρονα συστήματα
PET/CT



ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ ΜΕ ΡΑΔΙΟΦΑΡΜΑΚΑ;; ΠΩΣ;



Απαιτείται η γνώση φυσικών και βιολογικών παραμέτρων

Τα ραδιενεργά στοιχεία, που χρησιμοποιούνται στην διάγνωση, κατανέμονται στον ανθρώπινο οργανισμό ακολουθώντας κανόνες

φαρμακοκινητικής & παθοφυσιολογίας

και όχι κανόνες της Φυσικής!

- Η απορροφούμενη δόση εξαρτάται από
- χαρακτηριστικά του ραδιοϊσοτόπου
 - αλλά και από τις ιδιότητες των ιστών



Διαγνωστικές εξετάσεις με
Μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες

Υπέρηχοι

MRI

ΥΠΕΡΗΧΟΙ

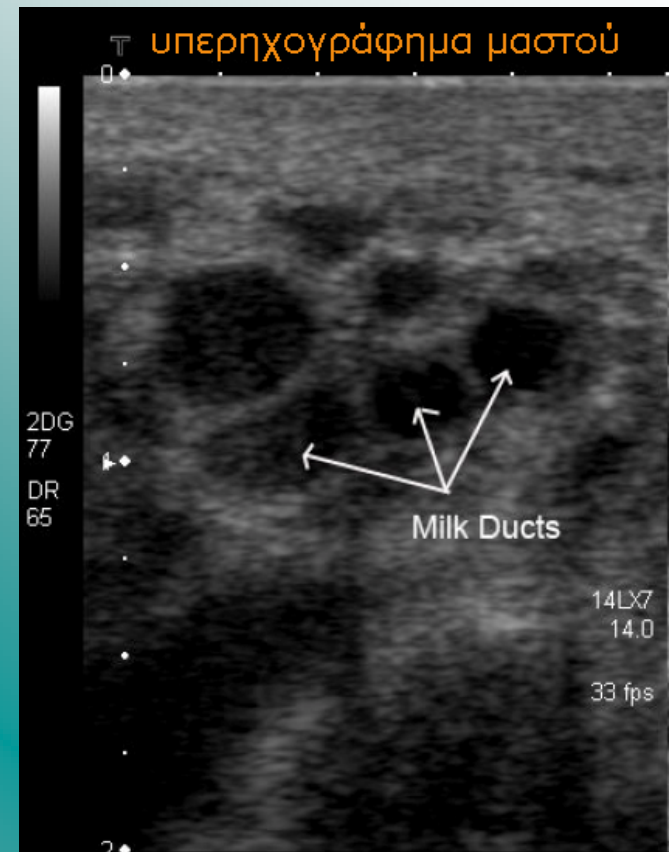
Απεικόνιση

- ✓ Αναίμακτα
- ✓ Χωρίς ακτινική επιβάρυνση
- ✓ Χωρίς ιδιαίτερη προετοιμασία του εξεταζόμενου

Δίνοντας πληροφορίες

- ✓ Για τη μορφολογία των οργάνων
- ✓ Για το χαρακτηρισμό των ιστών
- ✓ Για κινούμενα όργανα του εσωτερικού του σώματος

- Δυνατότητα επανάληψης
- Εφαρμογή κατά την κύηση ή σε νεογνά και νεαρές ηλικίες



Μη ανατομικές εικόνες

Η υπερηχητική ενέργεια μπορεί να διαδίδεται, όπως και οι ακτίνες-Χ, στους μαλακούς ιστούς και μπορούμε να παράγουμε ιατρικές εικόνες από όργανα στο εσωτερικό του σώματος

Βασικές διαφορές μεταξύ Υπερήχων και ακτίνων-Χ

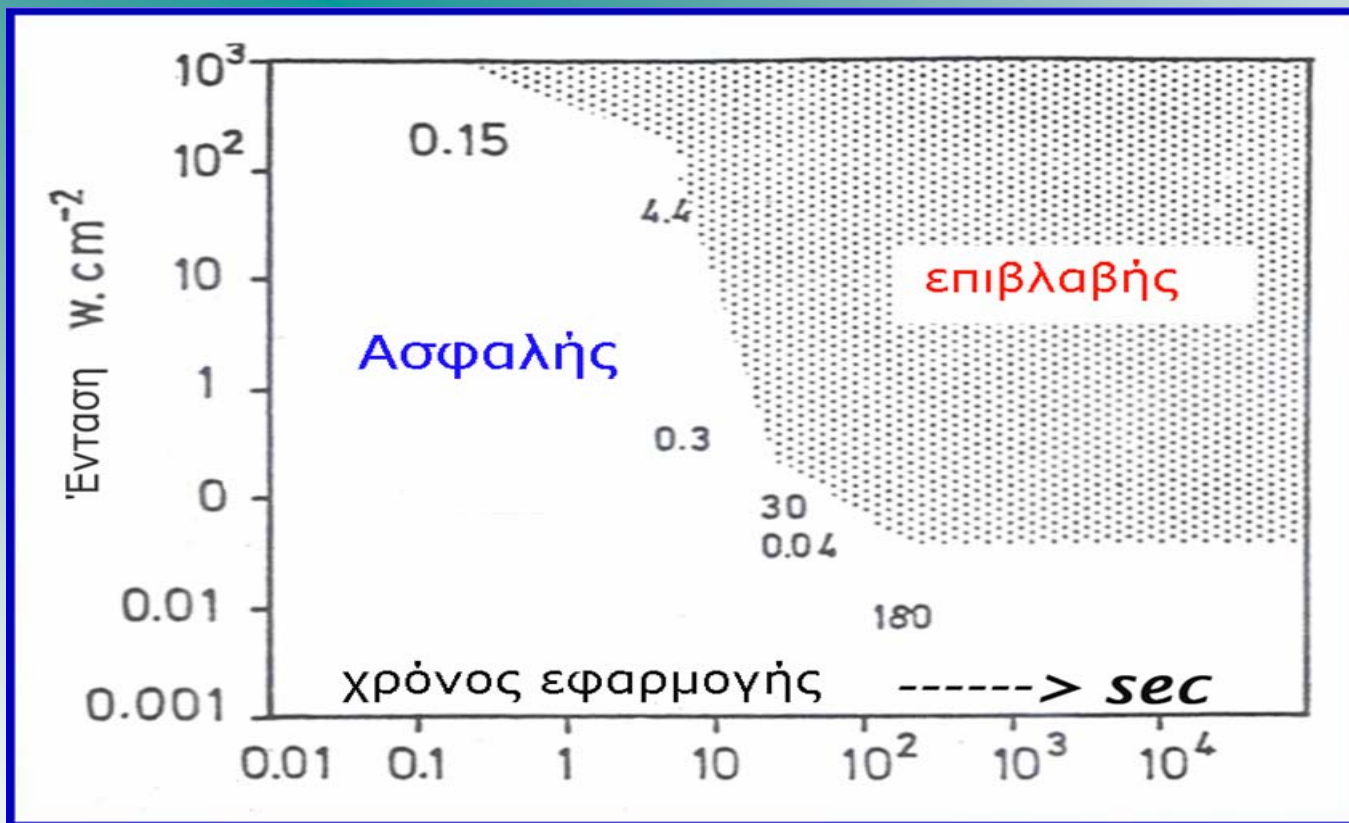
	Διαγνωστικοί Υπέρηχοι	Ακτίνες-Χ
Τύπος κύματος	Επιμήκη μηχανικά κύματα	Ηλεκτρομαγνητικά κύματα
διάδοση	Σε ελαστικό μέσο	και στο κενό
γένεση	Συμπίεση του μέσου	Επιτάχυνση ηλεκτρικών φορτίων
ταχύτητα	Εξαρτάται από το μέσο διάδοσης	σταθερή: ~300,000 km/s
Όμοια κύματα	σεισμικά, ακουστοί ήχοι	ραδιοκύματα, φως

Μηχανικά κύματα: Υπέρηχοι- Ήχοι – Σεισμικά κύματα

- Με τα κύματα γίνεται μεταφορά ενέργειας από σημείο σε σημείο του μέσου διάδοσης (χωρίς να συμβαίνει μεταφορά μάζας) κατά τη διεύθυνση διάδοσης του κύματος.
- Η ενέργεια αυτή είναι η ενέργεια ταλάντωσης των μορίων του μέσου , μεταφέρεται ισότροπα σε όλες τις κατευθύνσεις μέσα σε ελεύθερο και ομογενές μέσο διάδοσης και
- είναι υπεύθυνη για κάθε αποτέλεσμα που μπορεί να προκαλέσει το κύμα.
- Το μέγεθος που μετρά την ιδιότητα του κύματος να μεταφέρει ενέργεια είναι η ένταση του

Ασφάλεια χρήσης διαγνωστικών υπερήχων

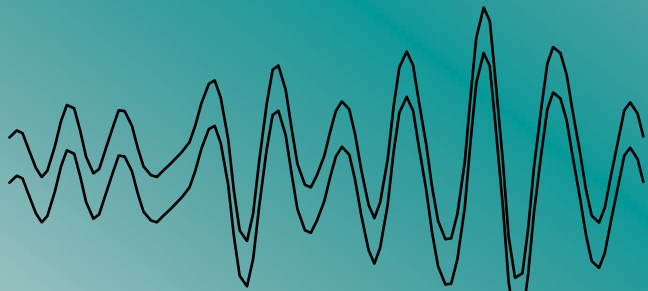
Οι διαγνωστικοί υπέρηχοι χρησιμοποιούνται από το 1950
Δεν πιστοποιήθηκε βιολογική δράση μη αναστρέψιμη από
την χρήση τους μέχρι σήμερα



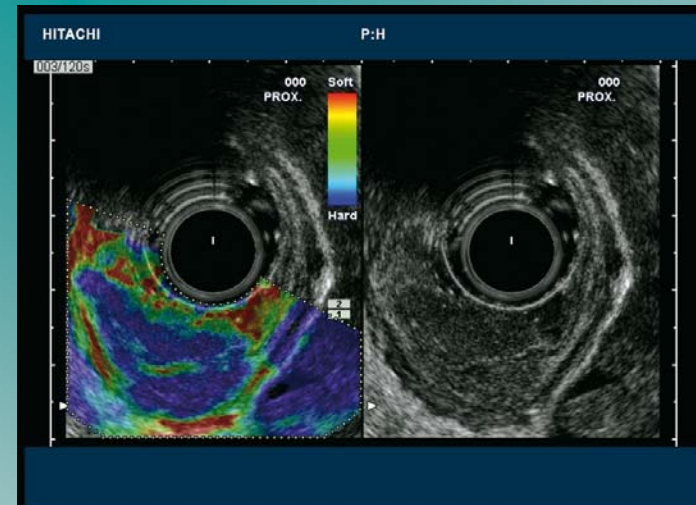
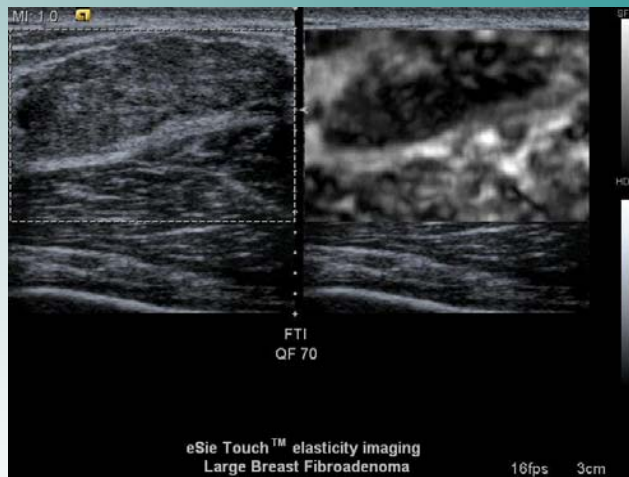
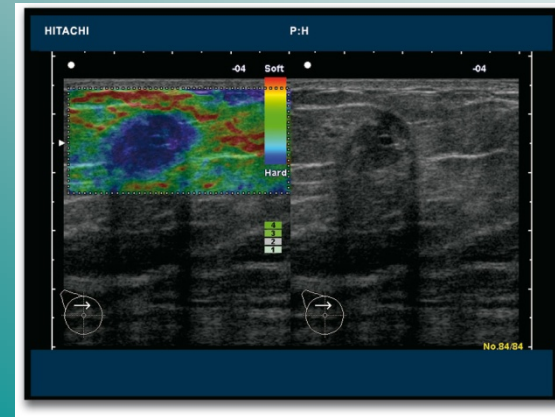
Ελαστογραφία

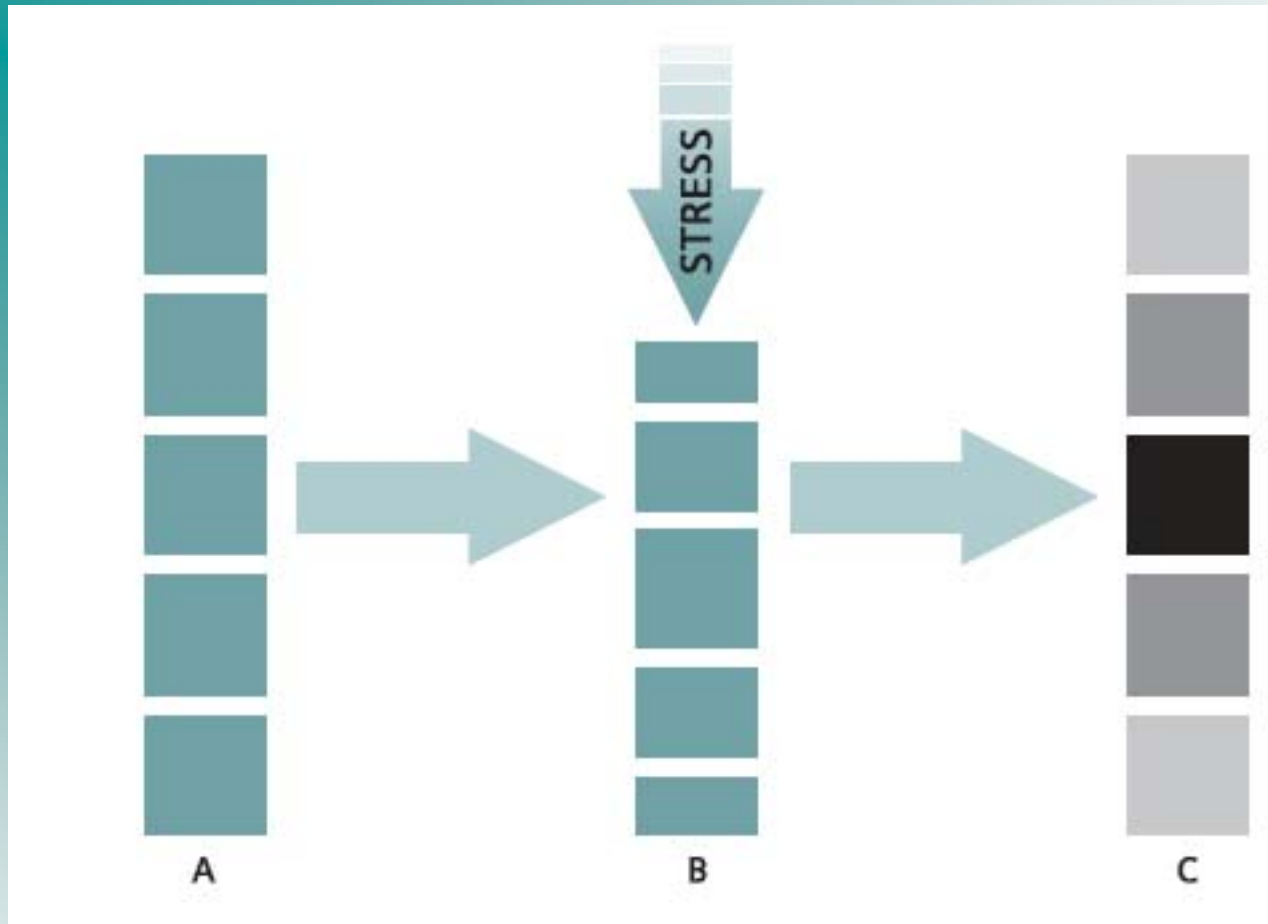
Η συμπίεση του ιστού θα δώσει την εικόνα του;

Εικόνα που θα δίνει την ταυτότητα του;

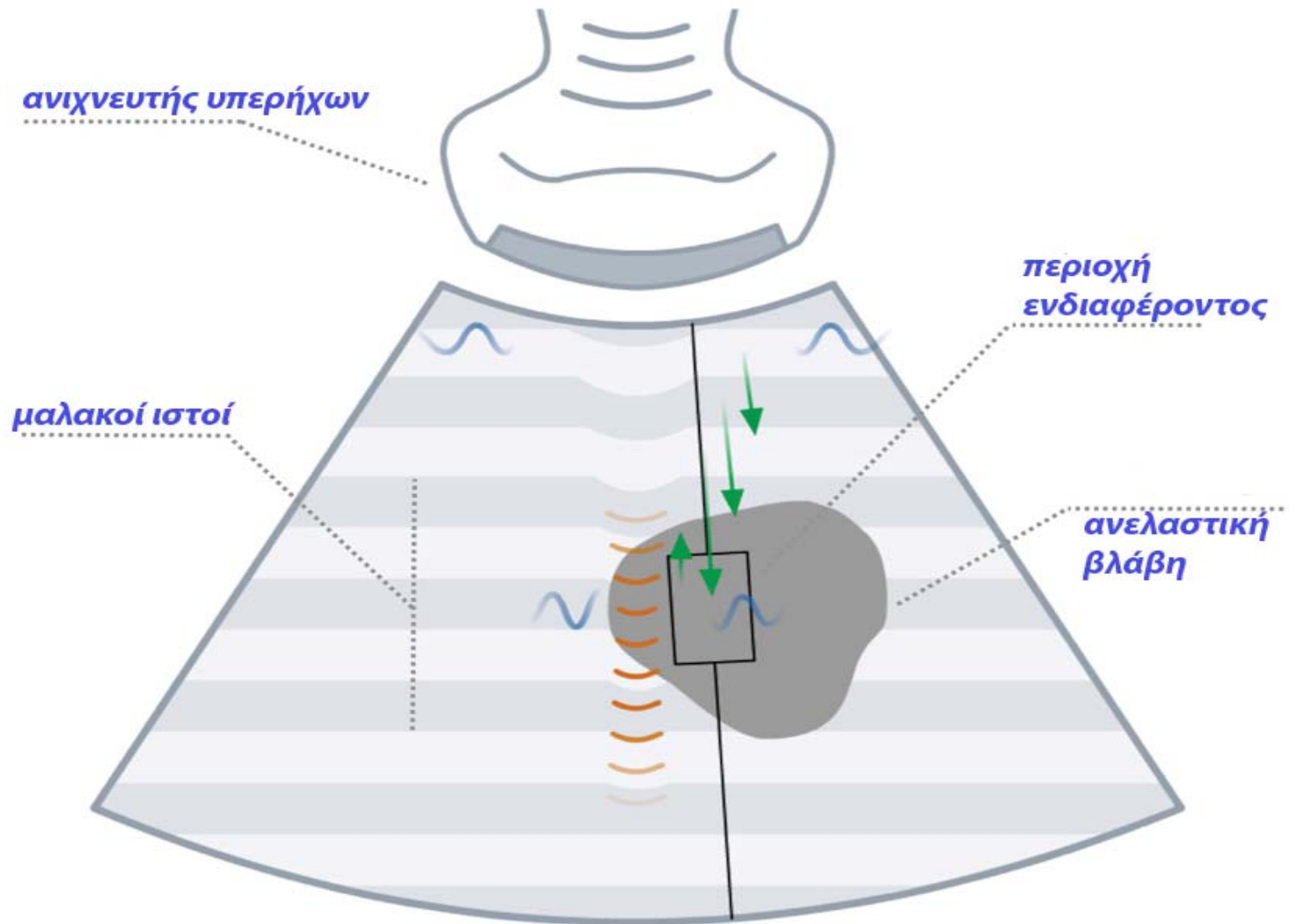


Σήμα ραδιοσυχνότητας RF
συμπίεση: 2%

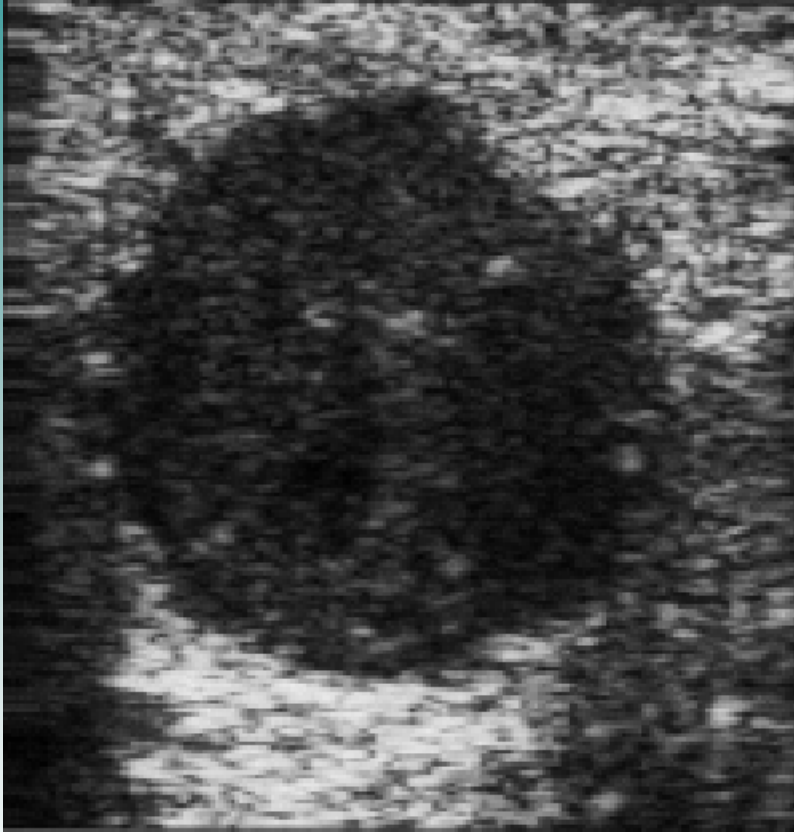




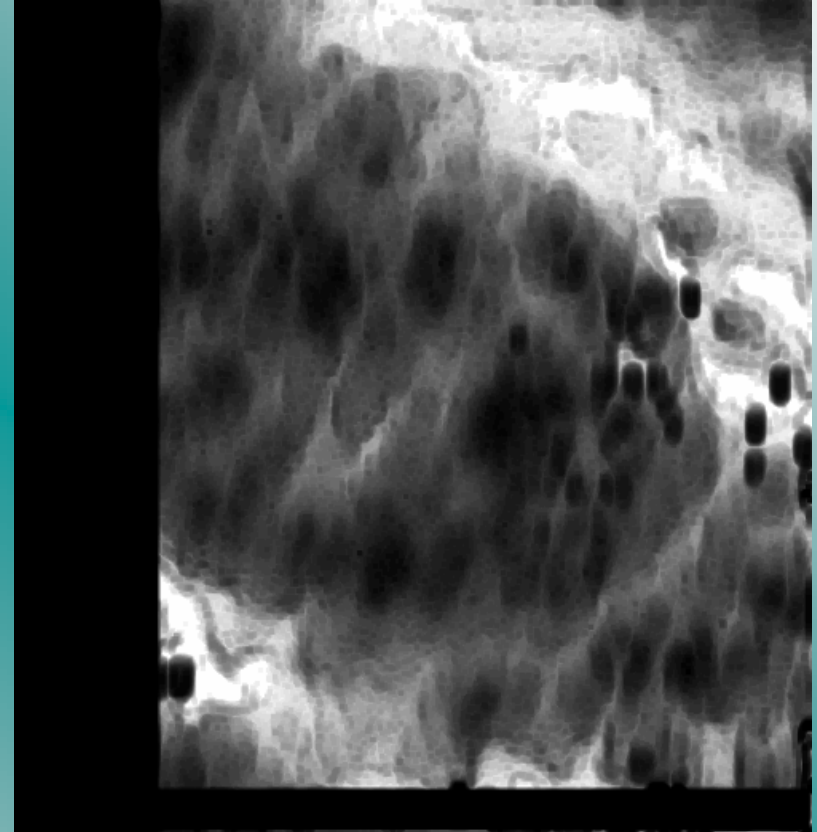
Ελαστογραφία



Multifocal Breast Cancer *in-vivo*

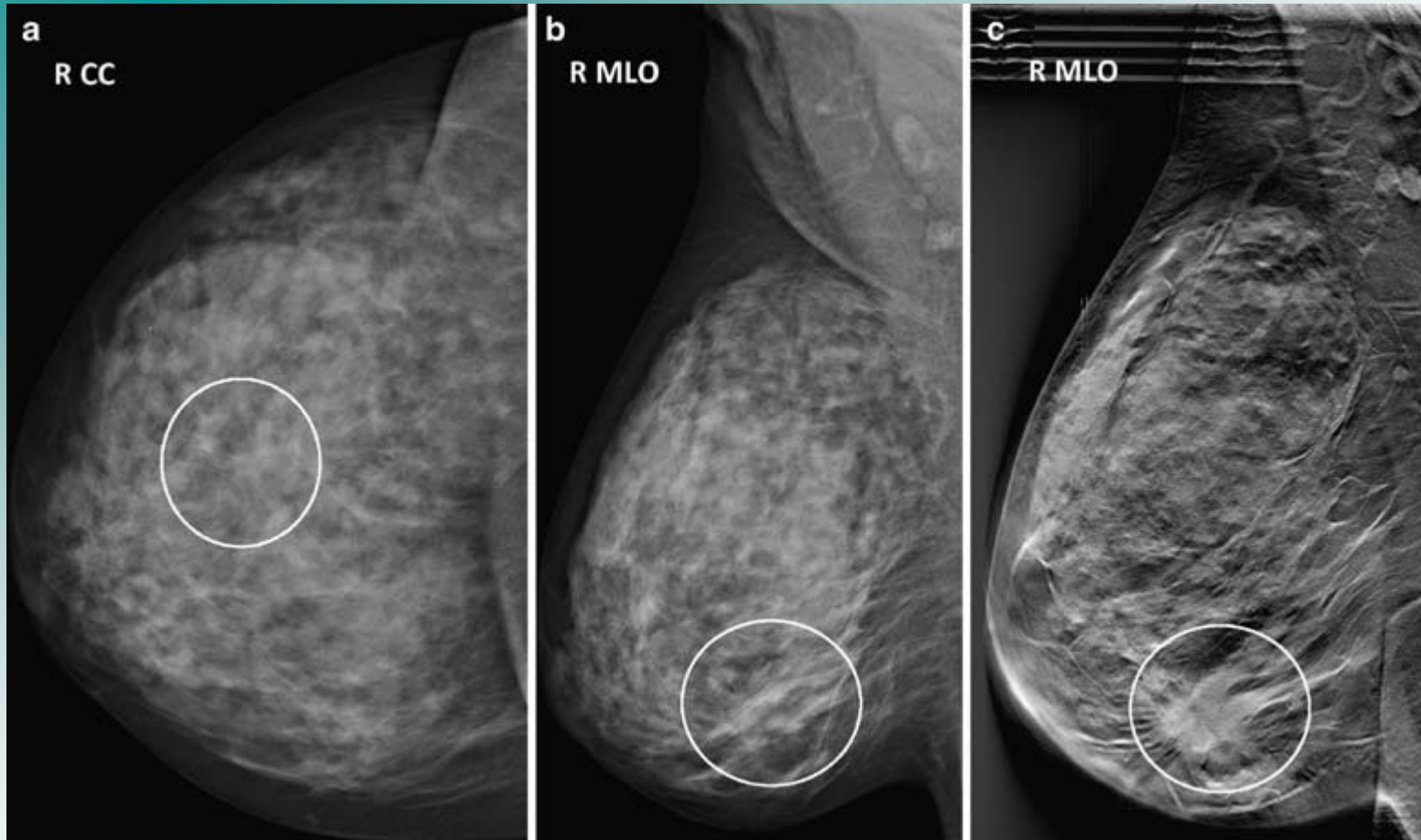


Υπερηχογράφημα



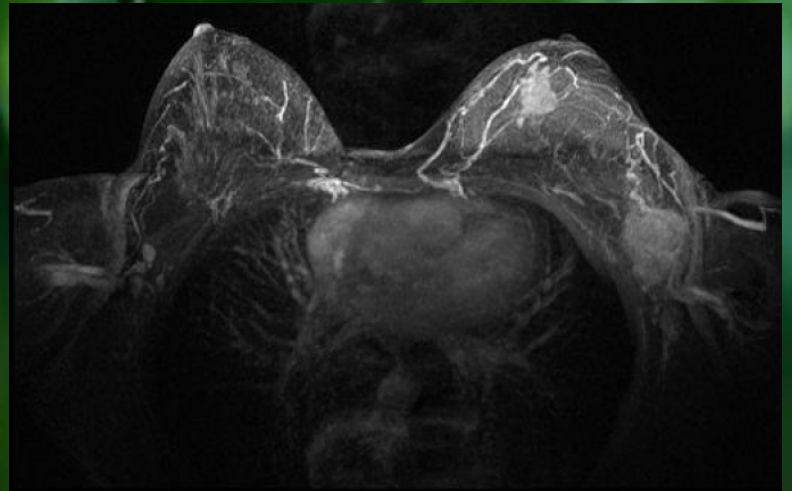
Ελαστογράφημα

Τομοσύνθεσις





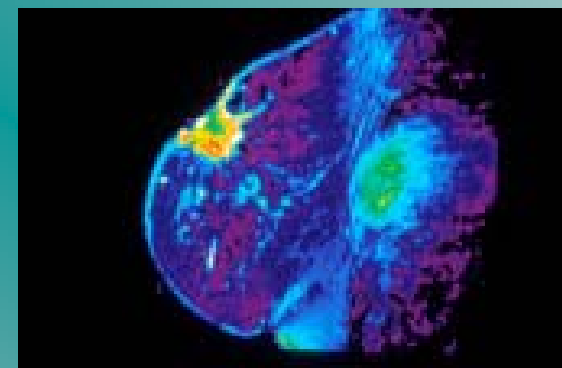
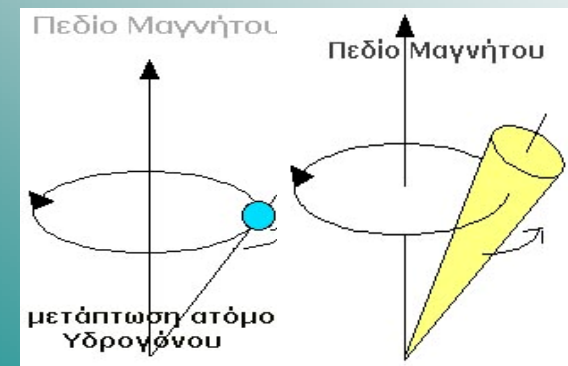
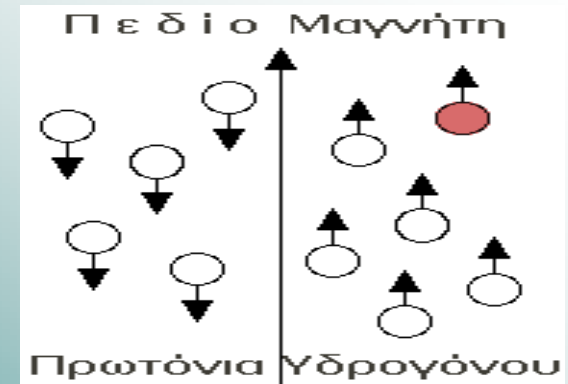
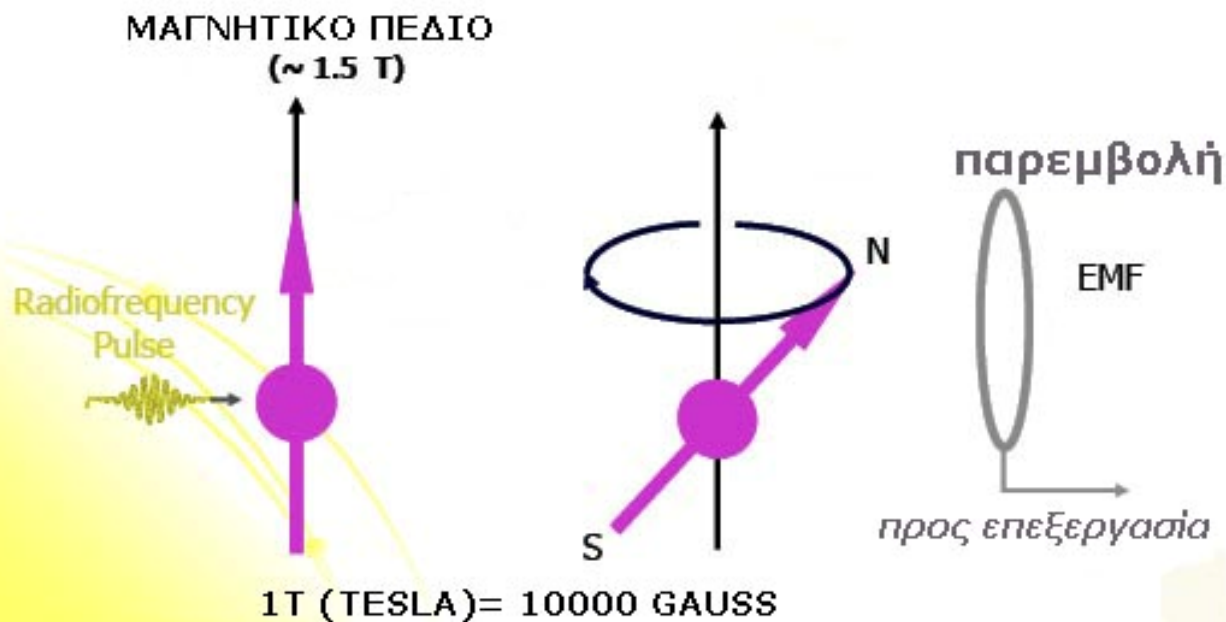
Απεικόνιση με Μαγνητικό Συντονισμό MRI



*Μαρία Λύρα, Αν. Καθηγήτρια, Α'Εργαστήριο Ακτινολογίας, Παν/μιο Αθηνών
Maria Lyra, Assoc Prof. Medical Physicist, University of Athens*

Απεικόνιση με Μαγνητικό Συντονισμό MRI

Αρχή Απεικόνισης με Μαγνητικό Συντονισμό
περιστροφή (spin) μετάπτωση (MRI)
πρωτονίων Υδρογόνου



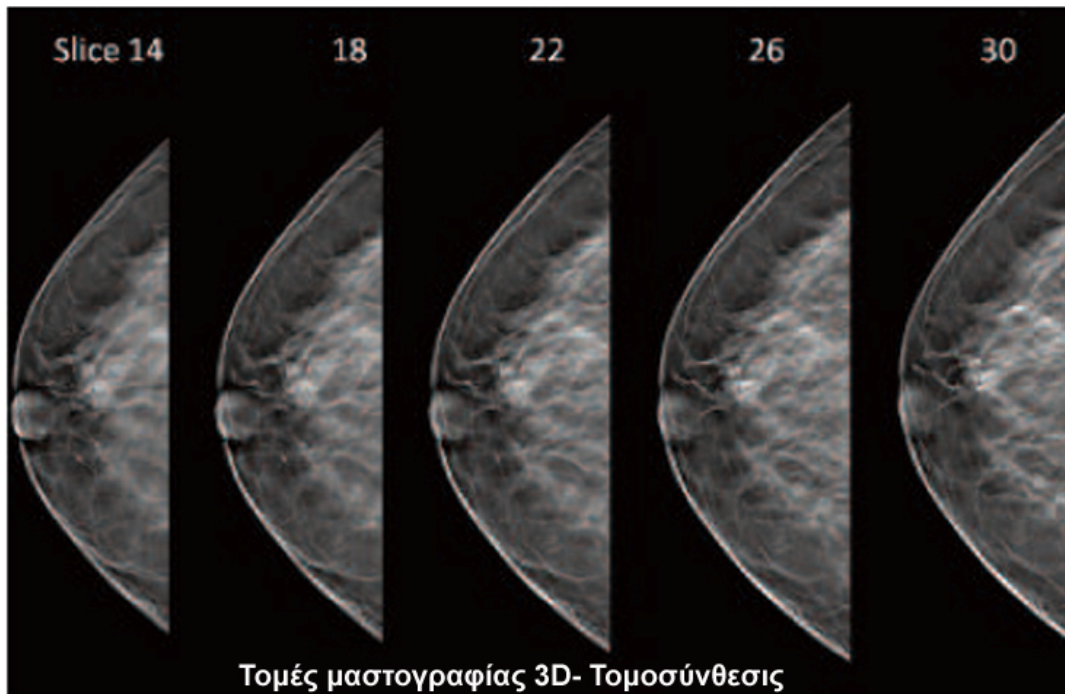
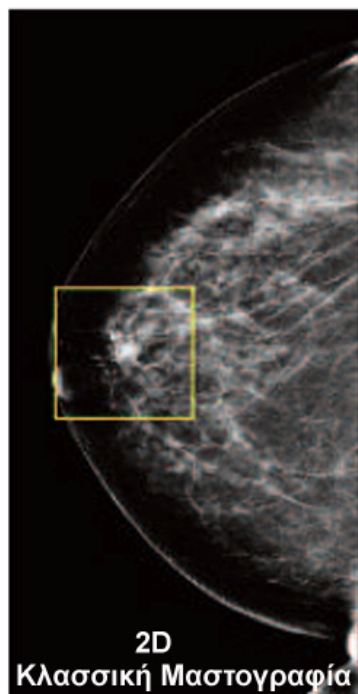
Το Μαγνητικό πεδίο της Γης είναι 0,5 Gauss



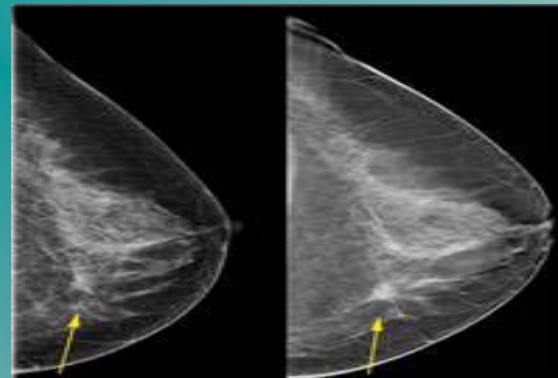
Ισχυρός μαγνήτης
Προσοχή!

Μεταλλικά αντικείμενα/
απομαγνήτιση καρτών





Απεικόνιση Μαστού με
Μαγνητικό Συντονισμό (MRI)
-εστιακή βλάβη-



-Τομοσύνθεσις-
απεικόνιση
αδενικού ιστού 3D,
2 διαδοχικές τομές

ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΜΕ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Η ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΚΟΙΝΟΥ

ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΩΝ ΣΤΗΝ
ΙΑΤΡΙΚΗ

ΔΙΕΘΝΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ (ICRP)

ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΙΟΝΤΙΖΟΥΣΩΝ
ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΩΝ

ΒΛΑΒΗ ΚΑΙ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ

Διεθνής Οργανισμός Μονάδων Ακτινοβολίας ICRU

Μαρία Λύρα, Αν. Καθηγήτρια, Α' Εργαστήριο Ακτινολογίας, Παν/μιο Αθηνών
Maria Lyra, Assoc Prof. Medical Physicist, University of Athens

Η ακτινοπροστασία σήμερα

- Αύξηση κατά 7 φορές του ποσού της ιοντίζουσας ακτινοβολίας όπου εκτίθεται ο πληθυσμός, από ιατρικές εξετάσεις, σε σχέση με το 1980

Το ποσοστό ολικής έκθεσης του πληθυσμού λόγω ιατρικών εξετάσεων είναι σήμερα το μεγαλύτερο τμήμα του συνόλου έκθεσης από όλες τις κατηγορίες

- ✓ ως αθροιστική ενεργός δόση και
- ✓ ενεργός δόση κατά άτομο.



Αξονική τομογραφία και σπινθηρογράφημα καρδιάς συνεισφέρουν το μέγιστο στην αύξηση:

Μέση Ενεργός Δόση ανά ασθενή 3 mSv, (2006)

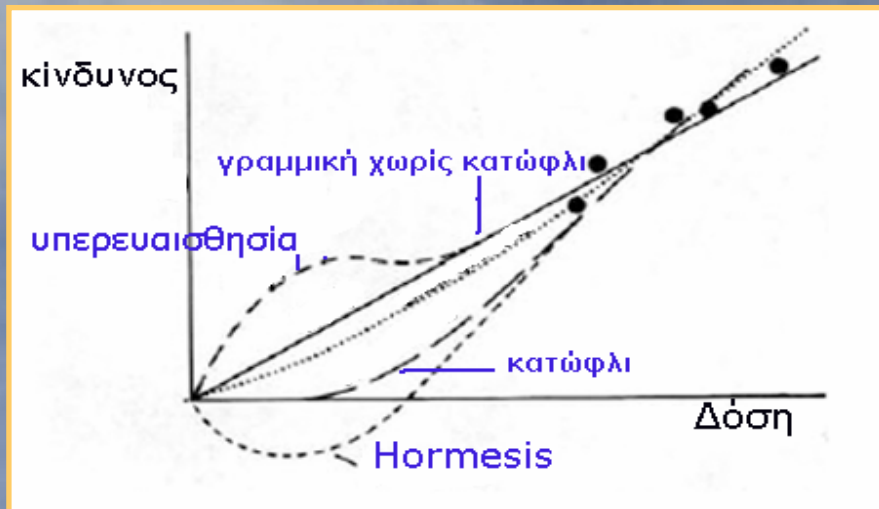
Η σημασία του ALARA (As Low As Reasonable Achievable)

Τόσο χαμηλά όσο είναι εφικτό Προστασία και Κανόνες ασφαλείας

- Μεγάλες ποσότητες ακτινοβολίας βλάπτουν
- Δεχόμαστε την βιολογική απόκριση του ιστού στην ακτινοβολία, γραμμική- χωρίς κατώφλι-

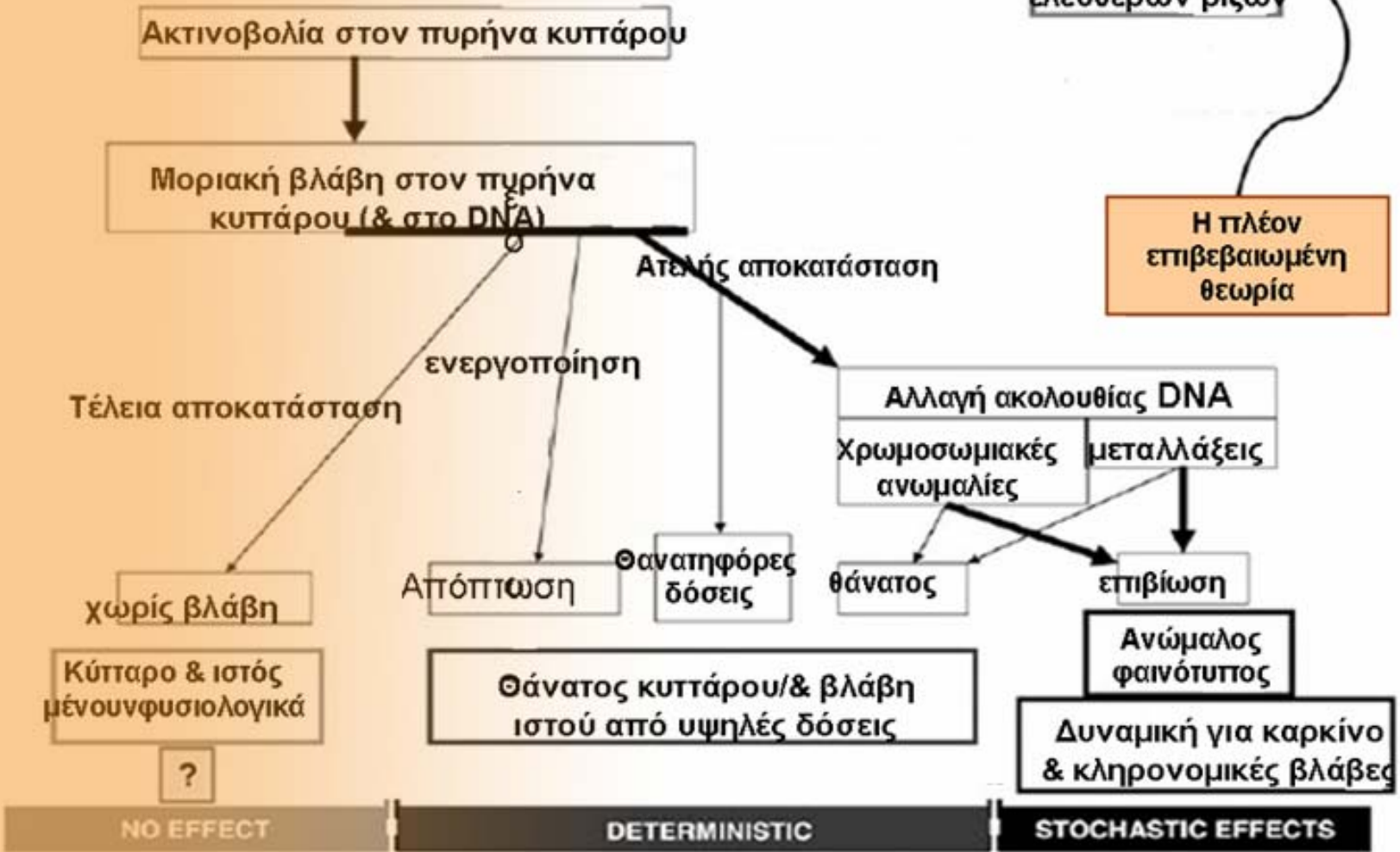
δηλ. υπάρχει πάντα βλάβη σε οποιαδήποτε έκθεση στην ακτινοβολία

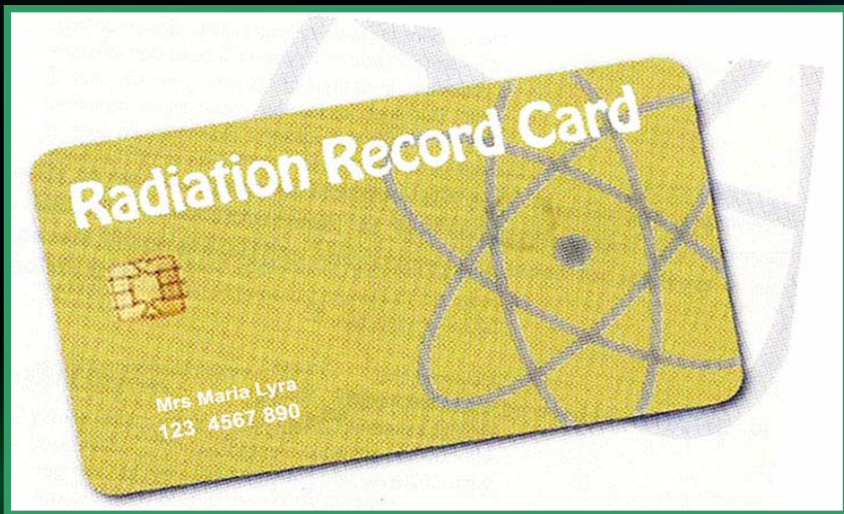
- Αντίθετα: Μελέτες σε πληθυσμούς που ζουν σε διάφορα υποστρώματα ακτινοβολίας δείχνουν ότι: Σε χαμηλές δόσεις ακτινοβολίας υπάρχει κατώφλι – όριο που η ποσότητα ακτινοβολίας δεν βλάπτει ή ακόμη προκαλεί το φαινόμενο – **hormesis** -



Εκτίμηση του **κινδύνου**
από την **ακτινοβολία**
σε χαμηλή έκθεση ή χαμηλή δόση
από επιδημιολογικές μελέτες

Παράδειγμα στην ακτινοβιολογία





Η καταγραφή της ακτινοβολίας (**αθροιστικής δόσης**) που έλαβε άτομο στη διάρκεια της ζωής του από Ιατρικές διαγνωστικές και θεραπευτικές εξετάσεις, είναι ένα πολύ φιλόδοξο σχέδιο της Διεθνούς Επιτροπής Ατομικής Ενέργειας (**ΙΑΕΑ**) που ελπίζει ότι θα ολοκληρώσει με την ανάπτυξη της **πληροφορικής στην Υγεία**

PACS

ψηφιοποίηση

Τηλε-ακτινολογία

Η “τέχνη” της ιατρικής απεικόνισης του 21ο αιώνα



Επεξεργασία

Μεταφορά εικόνας



**προς την ψηφιακή βελτίωση
και την μείωση της ακτινικής επιβάρυνσης**

*Μαρία Λύρα, Αν. Καθηγήτρια, Α'Εργαστήριο Ακτινολογίας, Παν/μιο Αθηνών
Maria Lyra, Assoc Prof. Medical Physicist, University of Athens*