

Ιατρική Απεικόνιση



ακτινολογία

Ακτινοφυσική-Ακτινοπροστασία

Ορατό φως



## Απεικόνιση:

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.

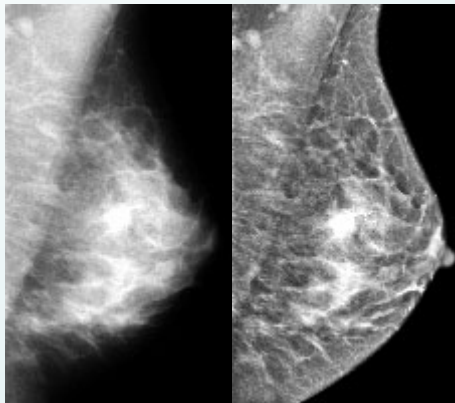
### Απεικόνιση του εσωτερικού του σώματος

Με την αλληλεπίδραση υψηλής ενέργειας (ακτίνες-Χ και-γ, ραδιοκύματα, υπέρηχοι) με την ύλη, μπορεί να παραχθεί μία εικόνα που μεταφέρει πληροφορίες από στόχους όπου το ορατό φως δεν διεισδύει

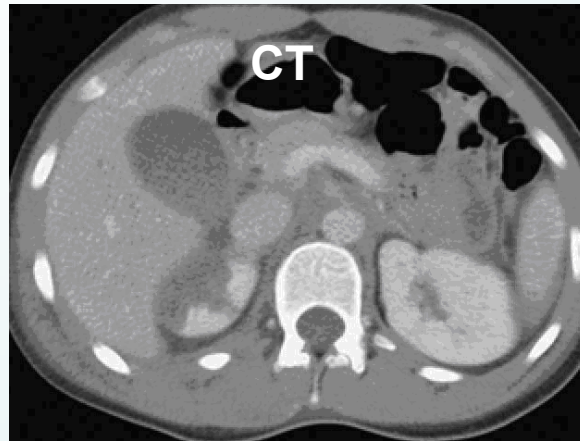
Στη διαγνωστική ακτινολογία βρίσκουν εφαρμογή μέρη του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος εκτός της ορατής περιοχής.



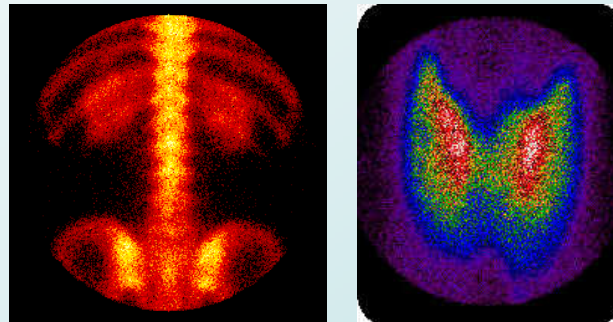
μαστογραφία



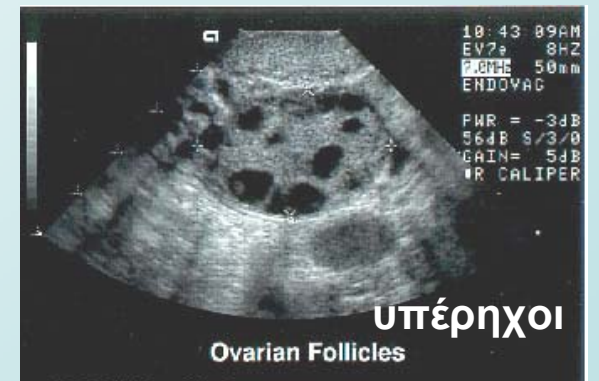
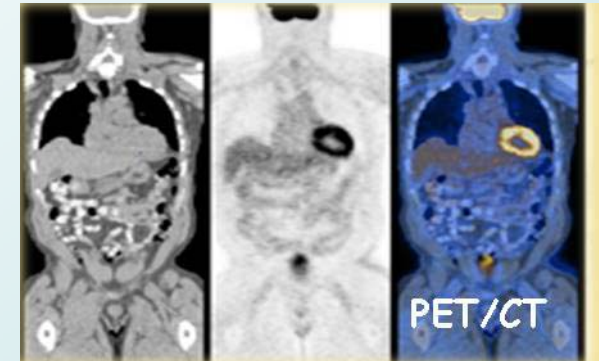
Ψηφιακή;



Ακτίνες-γ / σπινθηρογραφήματα



Διαγνωστικές μέθοδοι απεικόνισης του εσωτερικού σώματος





## Απεικόνιση με ακτίνες- Χ :

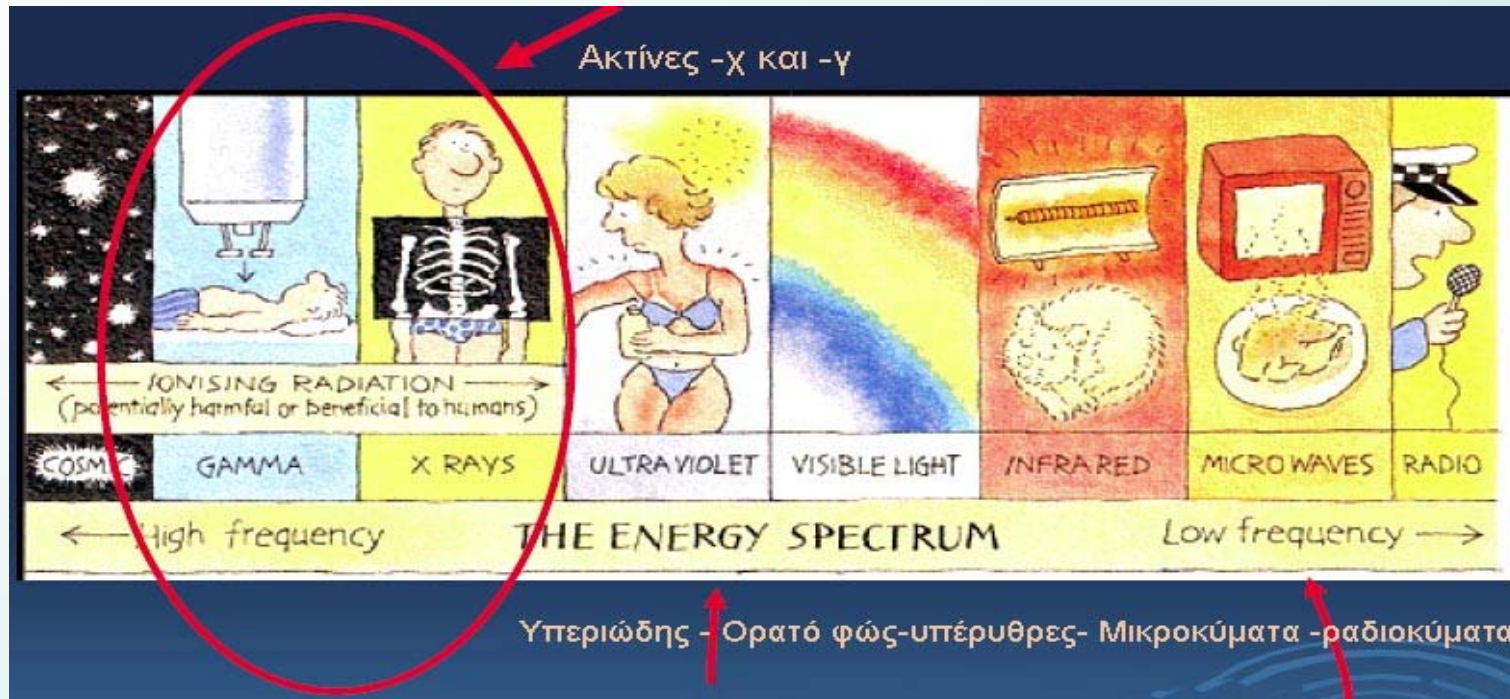
Ακτινογραφία, Ακτινοσκόπηση, Μαστογραφία , επεμβατικές μέθοδοι, Αξονική Τομογραφία.

## Απεικόνιση με $\gamma$ -ακτινοβολία (ραδιοϊσότοπα):

Σπινθηρογραφήματα

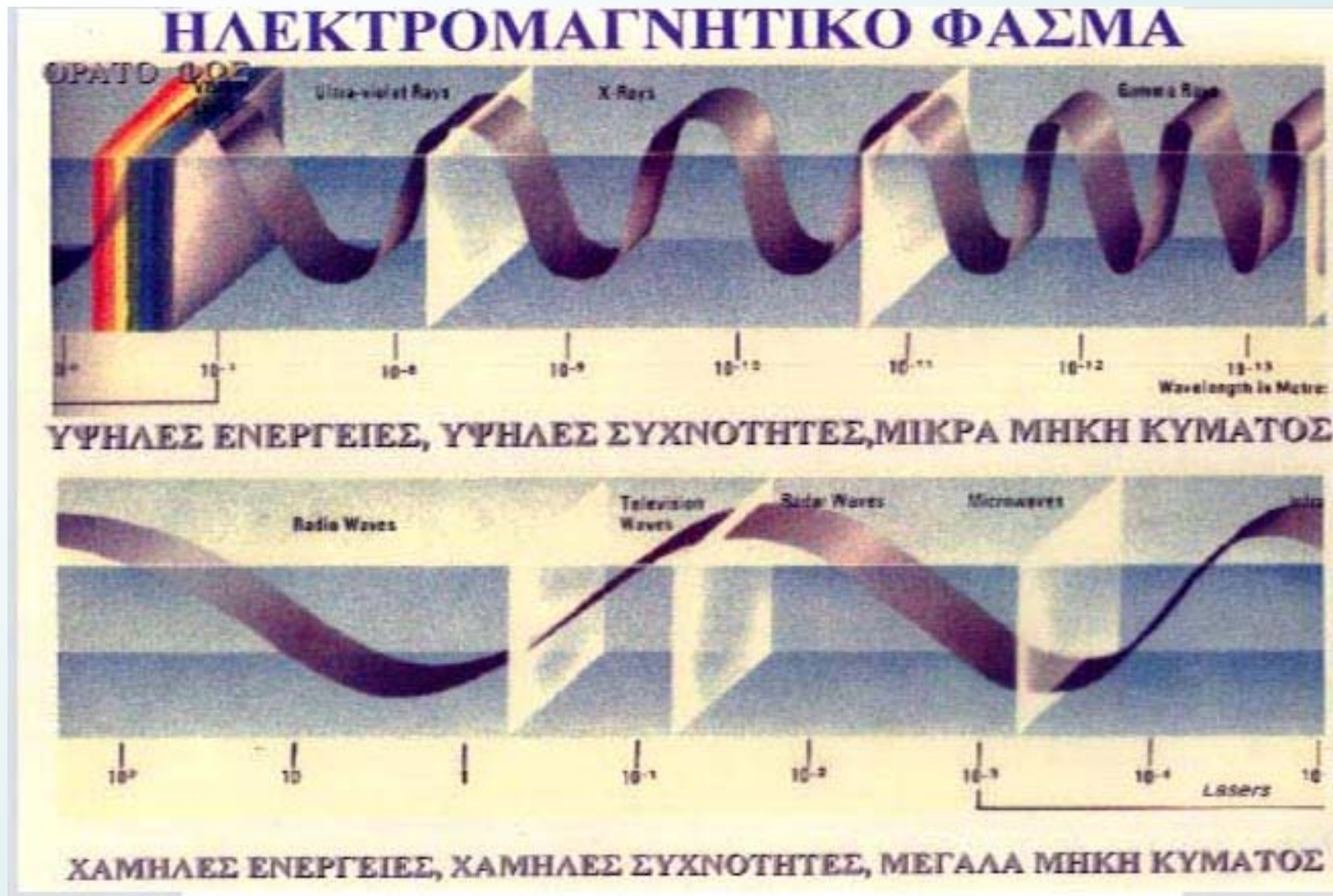
## Απεικόνιση με ποζιτρόνια ( $e^+$ )

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.

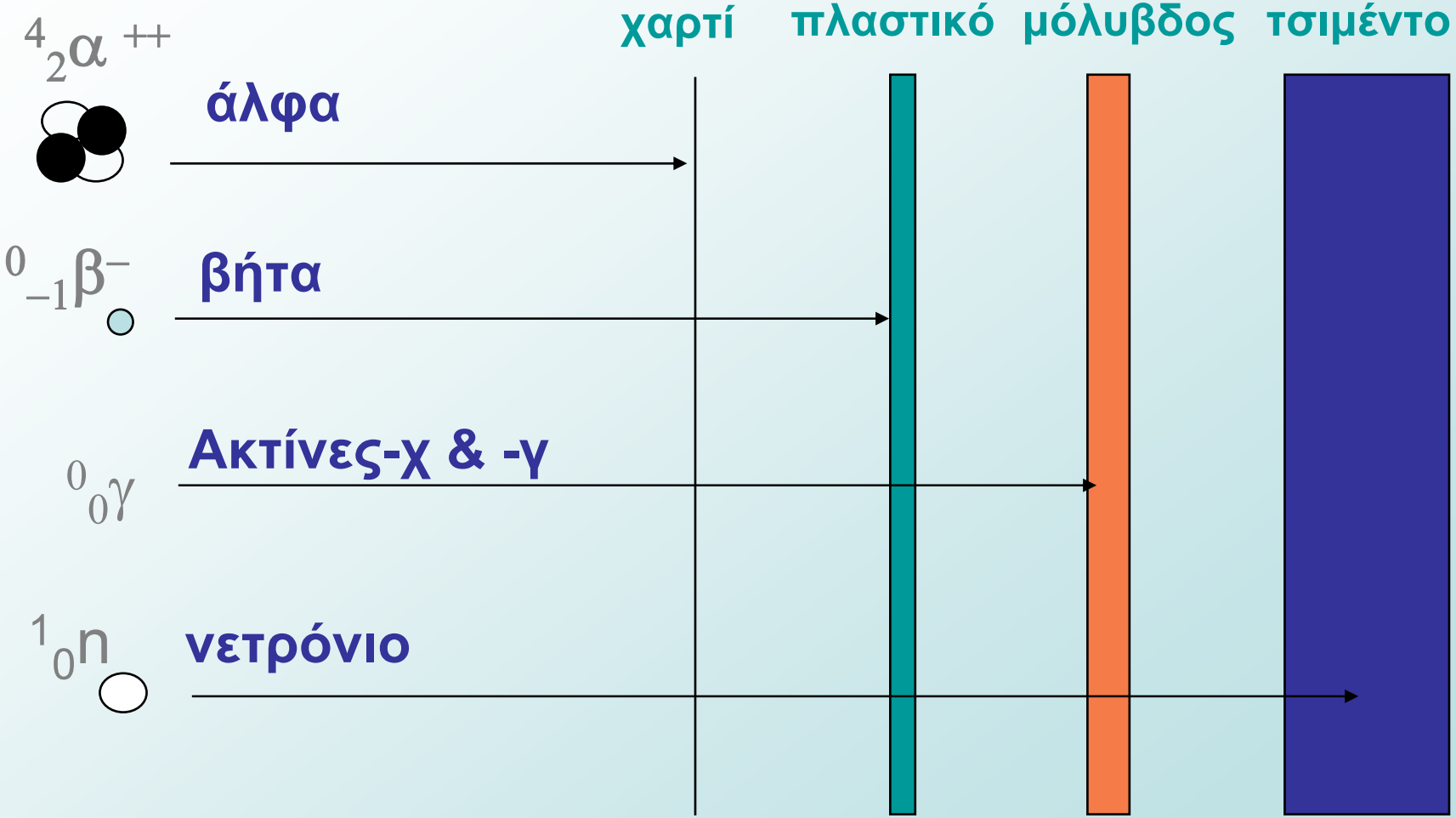
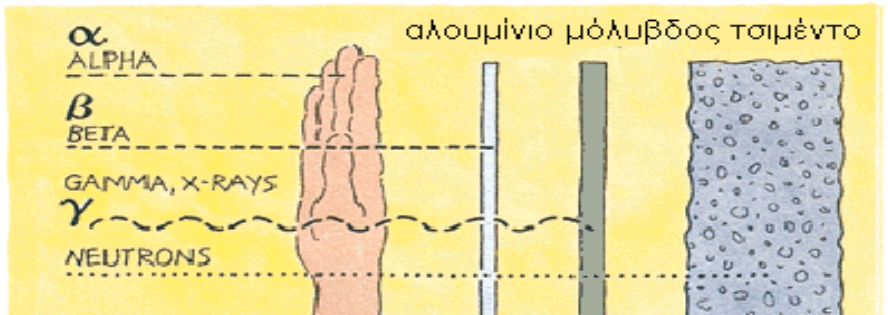
## Ιοντίζουσες Ακτινοβολίες- έλεγχος- ακτινοπροστασία



## Μη Ιοντίζουσες ακτινοβολίες- έλεγχος- ασφαλείς

Μαρία Λύρα, Αν. Καθηγήτρια, Α' Εργαστήριο Ακτινολογίας, Παν/μιο Αθηνών

# Ιοντίζουσα ακτινοβολία





Η **Ιατρική Απεικόνιση** επιτυγχάνεται γιατί 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.



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

$$E = h \cdot f$$

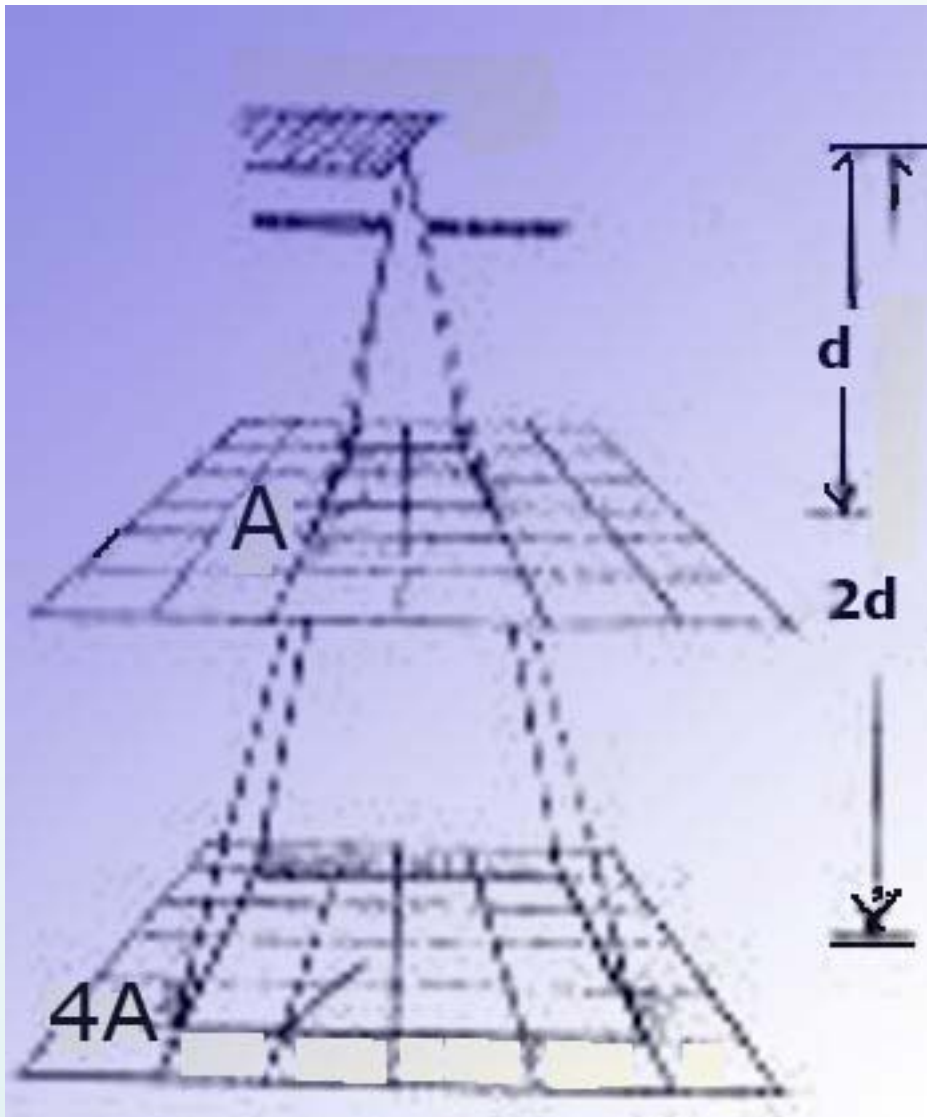
Δηλ. η ενέργεια **E** που μεταφέρει κάθε φωτόνιο εξαρτάται από την συχνότητα **f** της ακτινοβολίας

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

πολλαπλάσια αυτού: **KeV, MeV**, φορτίο  $e^-$  :  $1.6 \times 10^{-19}$  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  $4A$



**Ένταση:** 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 είμαστε πιο ασφαλείς

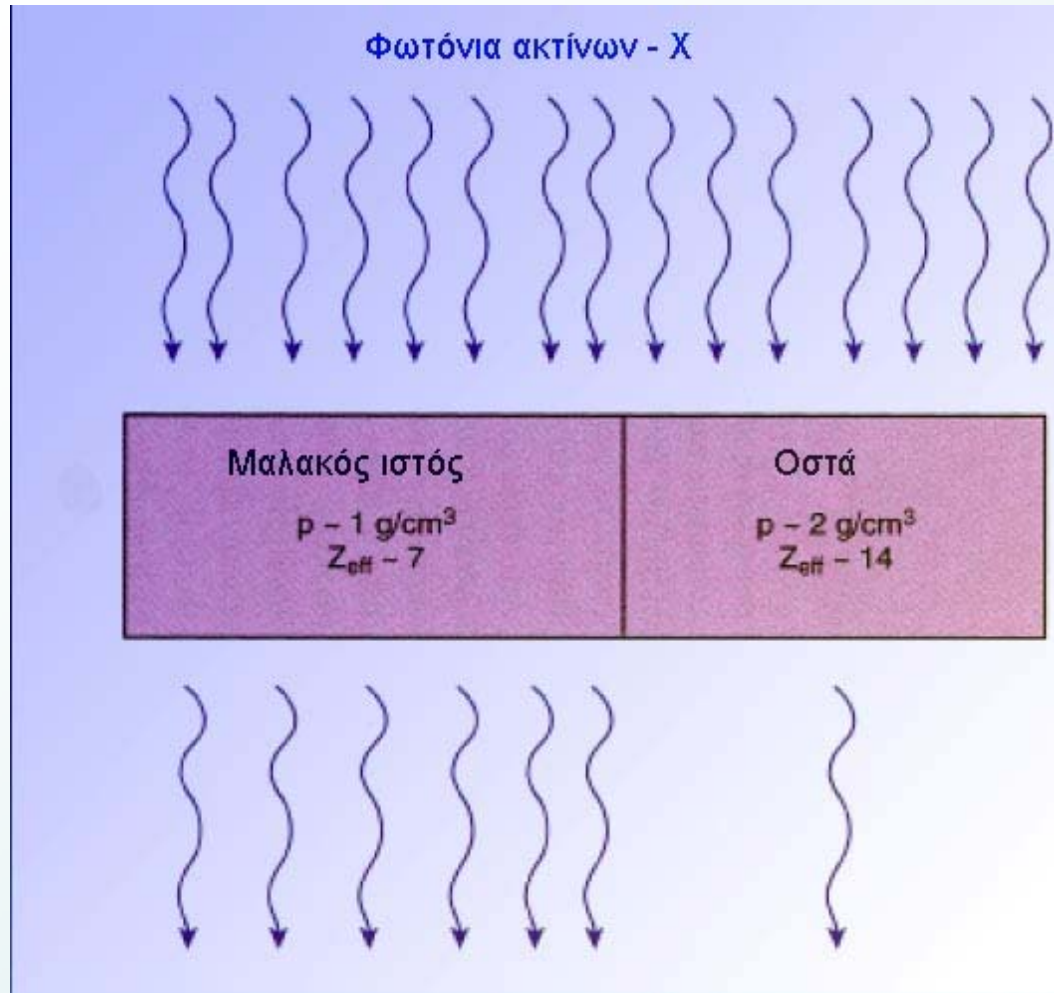
## η εξασθένηση της ακτινοβολίας εξαρτάται από

- 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

## Εξασθένηση-απορρόφηση



πάχος ημισείας τιμής  
H.V.L.

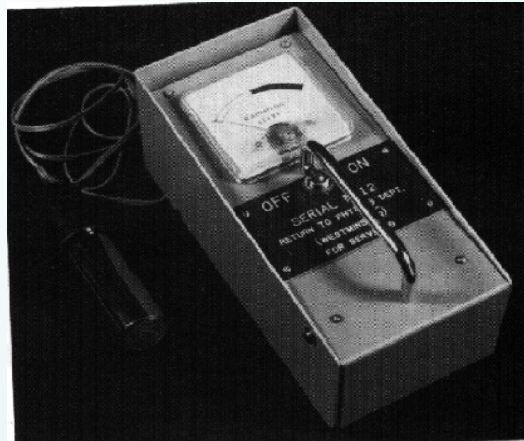
$$I = I_0 \cdot e^{-\mu x}$$

$I_0$  = ένταση αρχικής δέσμης  
 $\mu$  = συντελεστής εξασθένησης  
 $x$  = πάχος υλικού

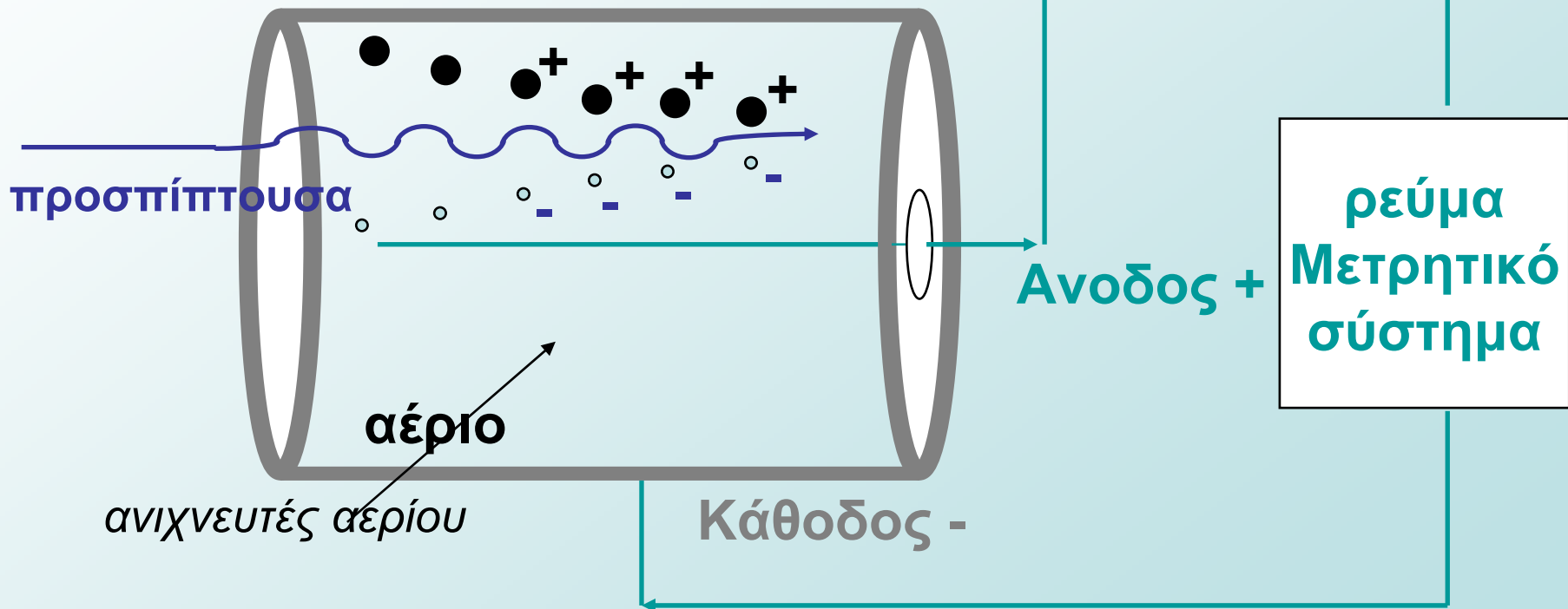
**HVL** (Half Value Layer) :  
ΤΟ ΠΑΧΟΣ ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΠΟΥ  
ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΓΙΑ ΝΑ  
ΜΕΙΩΘΕΙ Η ΕΝΤΑΣΗ ΤΗΣ  
ΔΕΣΜΗΣ 50%

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

# Ανίχνευση ακτινοβολίας



GM ανιχνευτές χώρου  
τάση







## 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

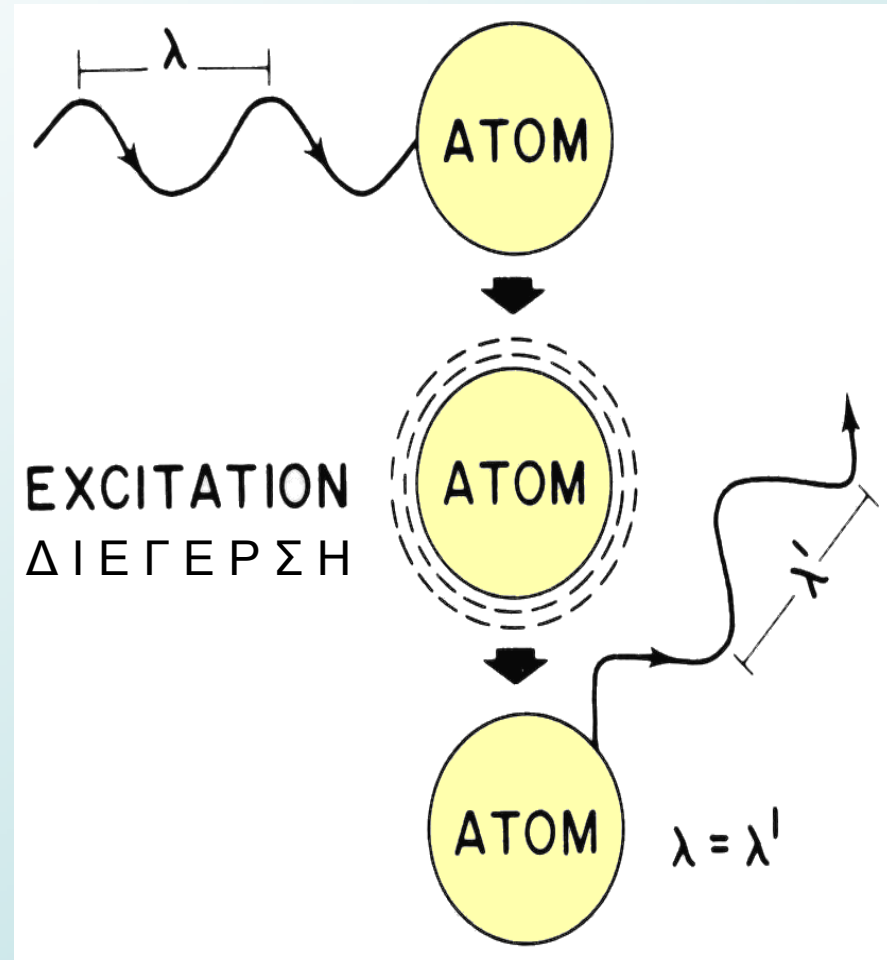
- **σκέδαση**
- **φωτοηλεκτρικό φαινόμενο**
- **Compton σκέδαση**
- **δίδυμος γέννεση-εξαύλωση**

**Ας παρατηρήσουμε σχηματικά αυτά τα φαινόμενα**

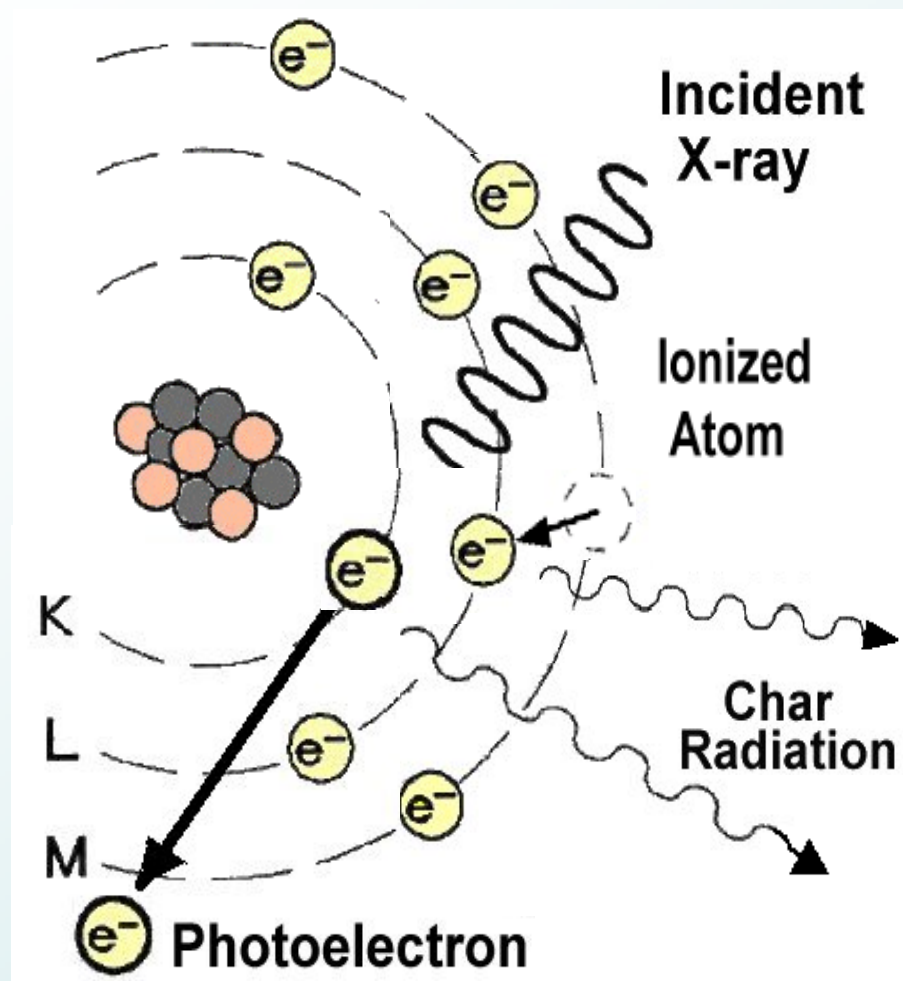


# Coherent (κλασσική) σκέδαση

- $e^-$  στο άτομο μπορεί ν'αντιδράσουν στα ηλεκτρομαγνητικά κύματα απορροφώντας ενέργεια, που 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



# Φωτοηλεκτρικό φαινόμενο



■ αλληλεπίδραση με εσω  
ηλεκτρόνιο  $e^-$  (K-στοιβάδα)

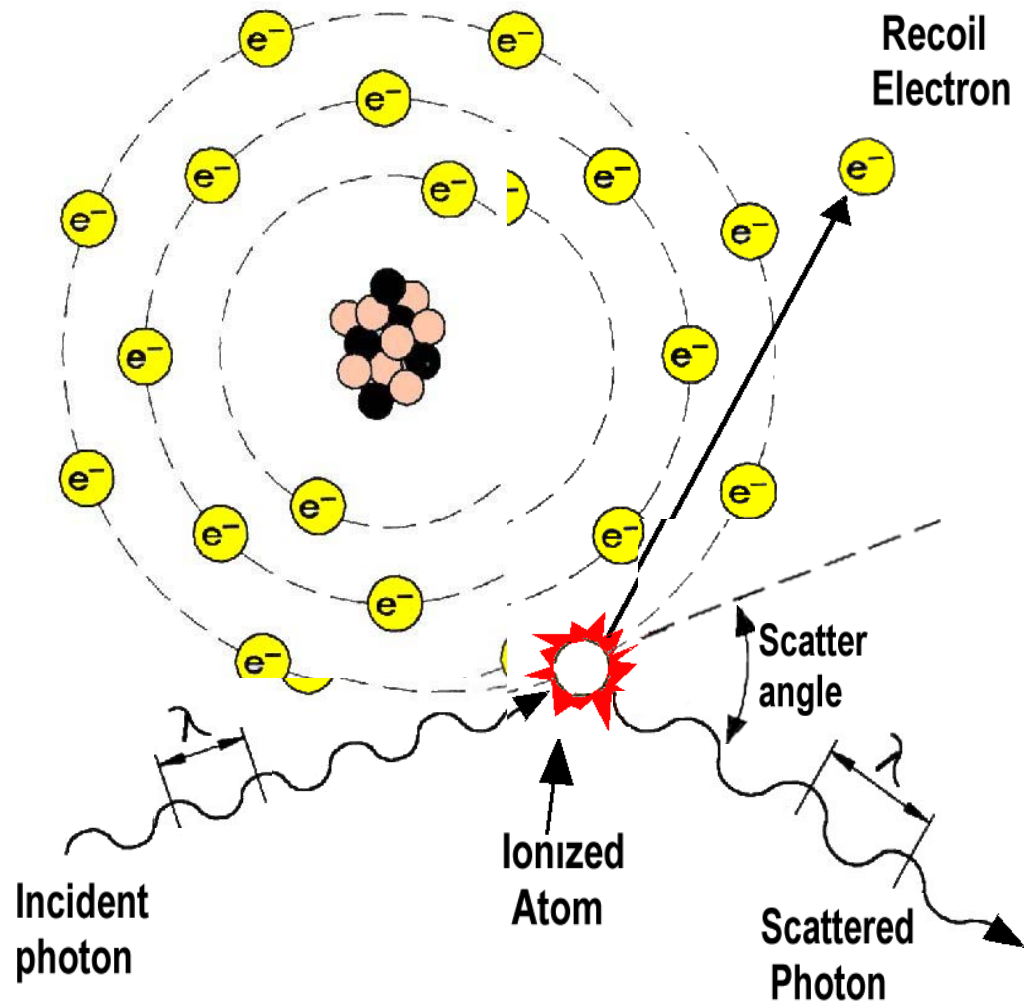
■ αποτέλεσμα:

- 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**

# ΣΚΕΔΑΣΗ COMPTON



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

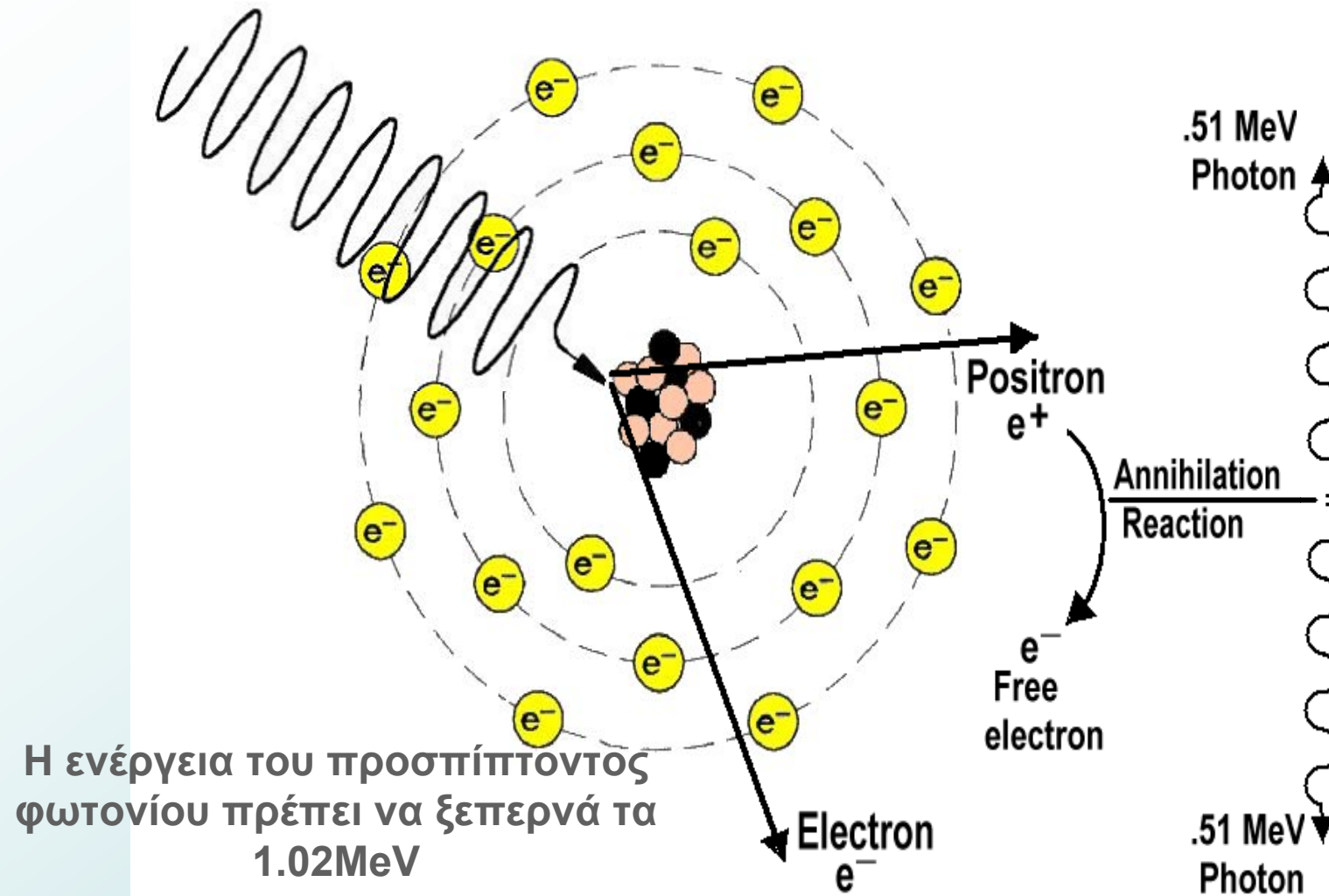
### 3 τελικά προϊόντα:

- 1) σκεδαζόμενη  $\chi$ -ακτίνα (με μειωμένη ενέργεια)
- 2) Εκπομπή  $e^-$  με κινητική ενέργεια
- 3) Ιονισμένο άτομο

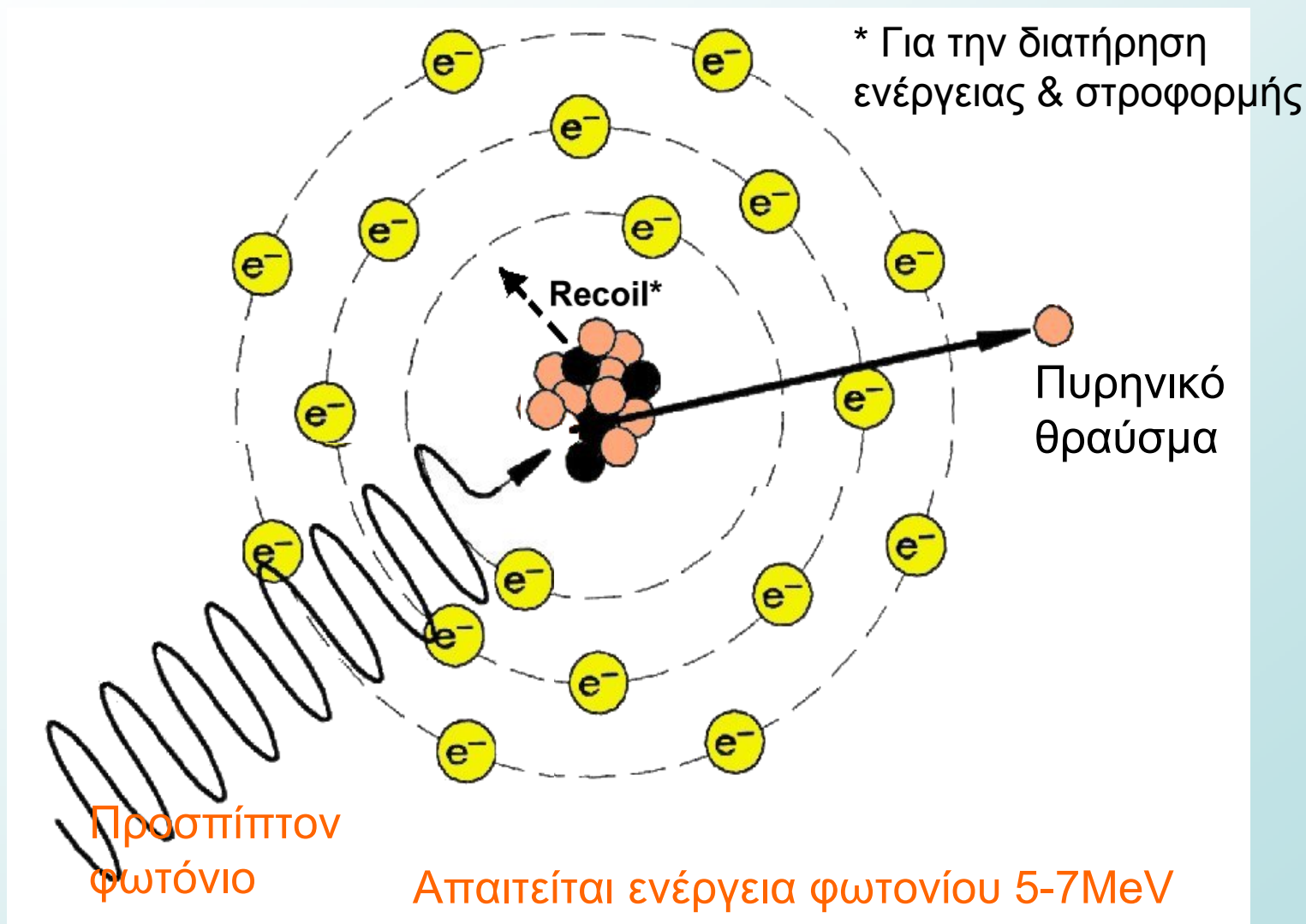
Τα σκεδαζόμενα φωτόνια δεν προσδιορίζουν το σημείο απ'όπου ξεκίνησαν, δεν βοηθούν στην απεικόνιση και συνεισφέρουν σημαντικά στην ακτινοβόληση εξεταζόμενου και εξεταστού



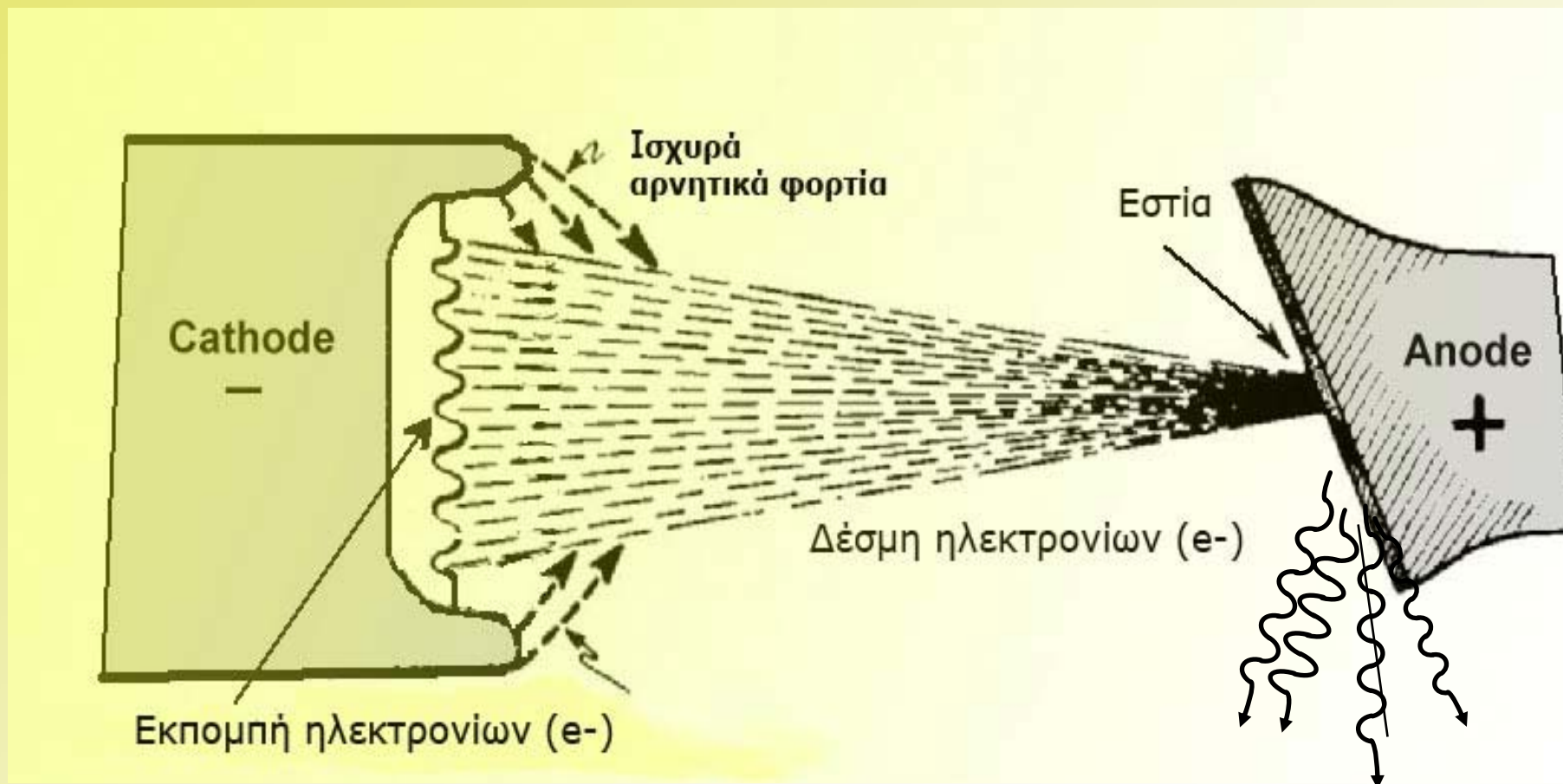
# Δίδυμος γέννεση – εξαϋλωση



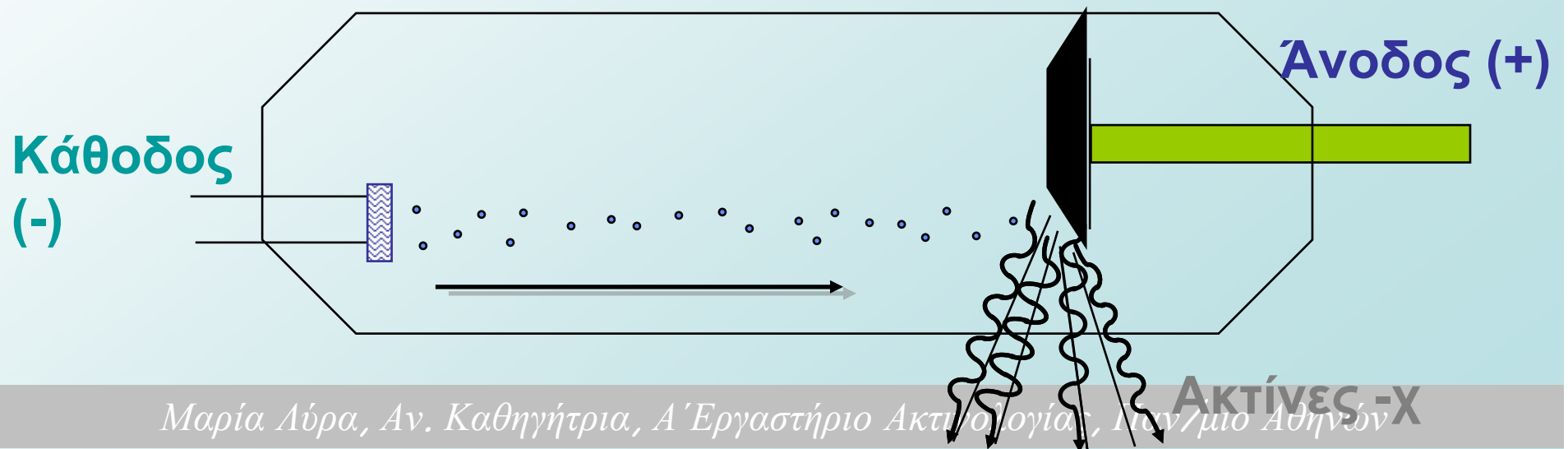
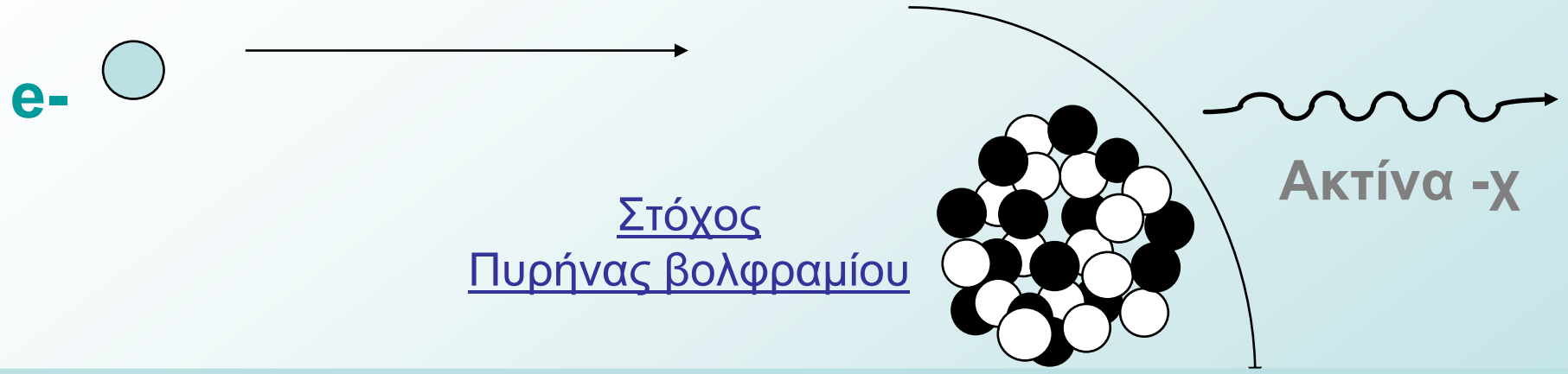
# Διάσπαση



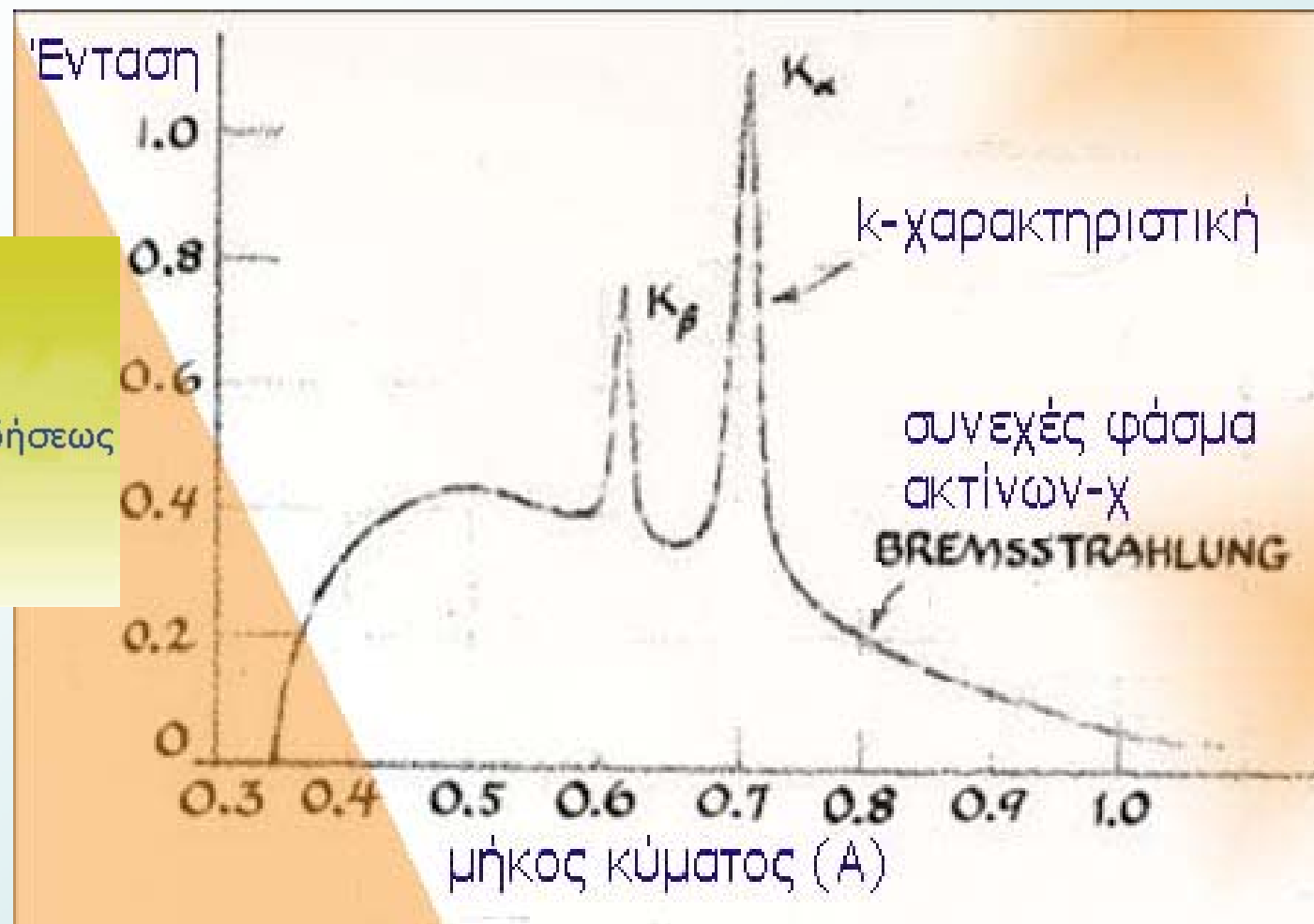
Πώς παράγονται οι ακτίνες-χ;



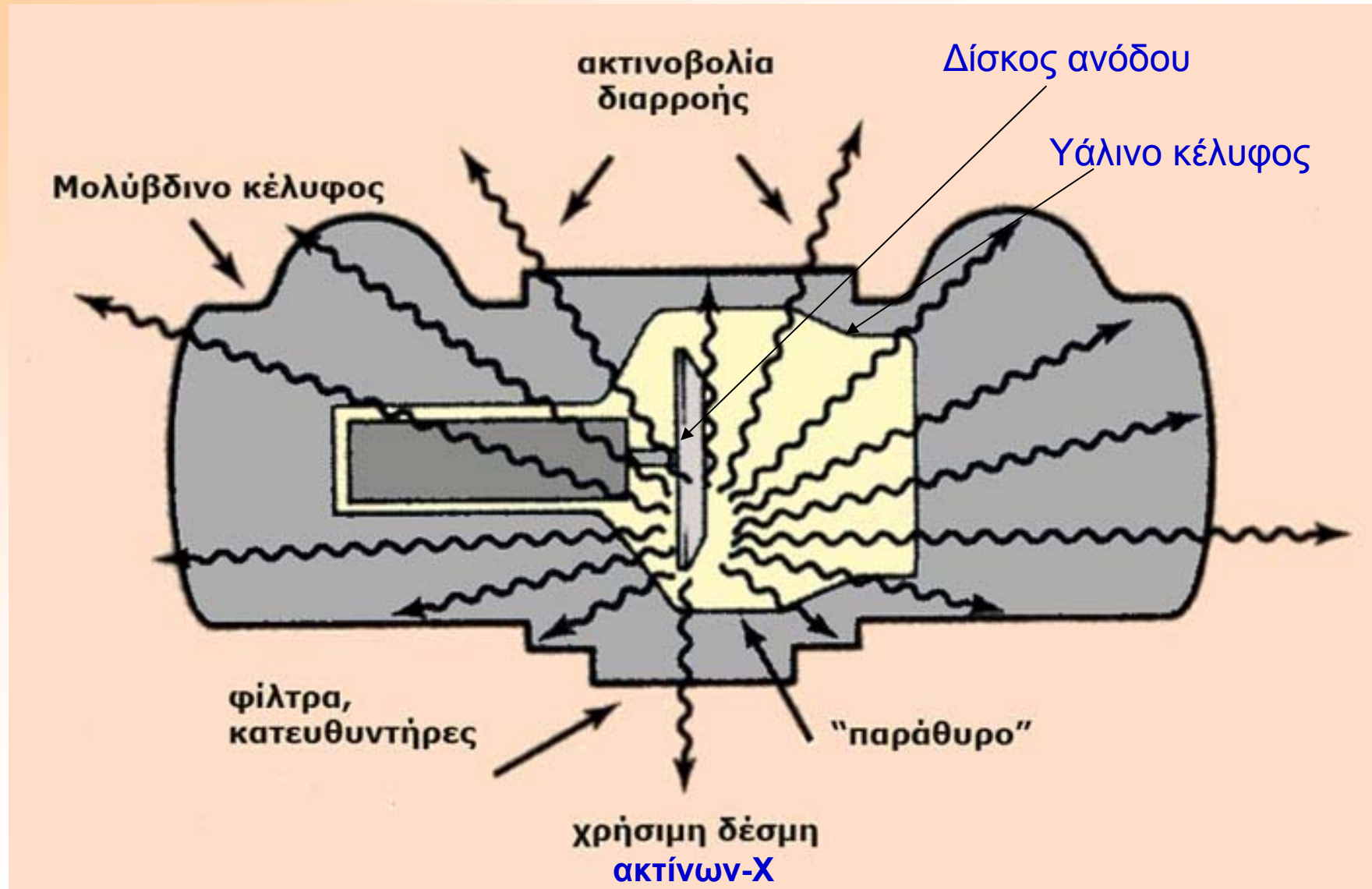
# Παραγωγή ακτίνων-χ (ακτινοβολία πεδήσεως/ Bremsstrahlung)

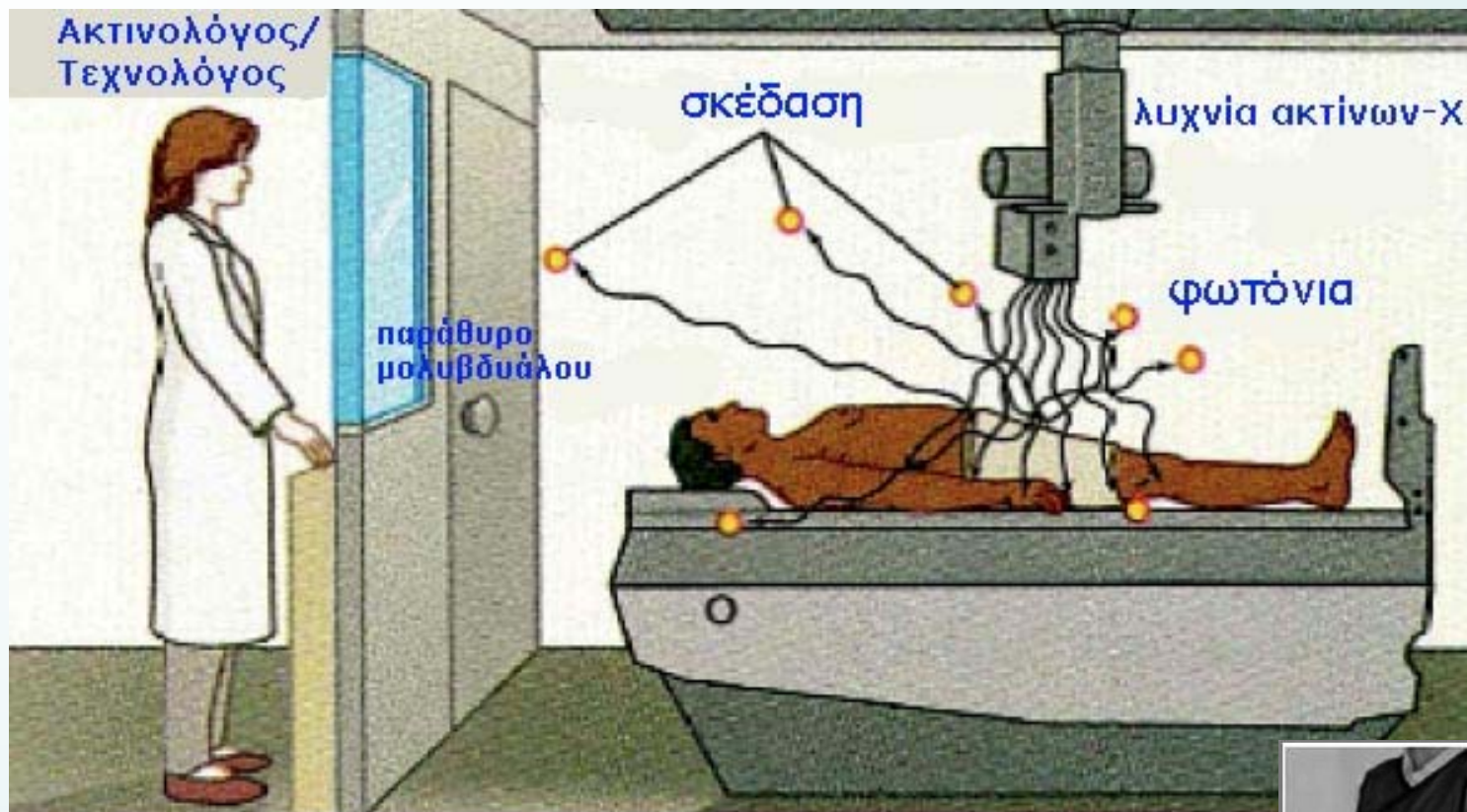






φάσμα ακτινοβολίας πεδήσεως (Ακτίνες -X)  
και οι κορυφές της K-χαρακτηριστικής ακτινοβολίας





Προστασία προσωπικού -ειδικές εξετάσεις ακτίνων-  
Χ

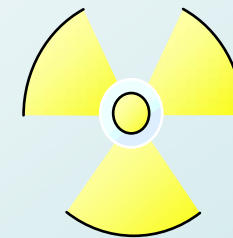
Ακτινοπροστατευτική ποδιά, γάντια, γυαλιά

Προστασία εξεταζομένου

Κάλυμμα θυρεοειδούς, γεννητικών οργάνων



## Βασικές Αρχές Ακτινοπροστασίας



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

### 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

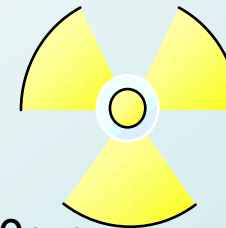
Δεν επιτρέπεται υπέρβαση των ορίων δόσεων που καθορίζονται στους Κανονισμούς Ακτινοπροστασίας, παρά μόνο σε ειδικές περιπτώσεις (π.χ. καταστάσεις έκτακτης ανάγκης) και αφού ληφθεί υπόψιν η Αρχή της Αιτιολόγησης. Η αρχή αυτή δεν ισχύει για τις ιατρικές εκθέσεις.

### 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**

Σημαντικό βήμα στην διαδικασία ελέγχου είναι η μέτρηση αυτής  
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  $\alpha$   $\beta$ ,  $\gamma$ , σωματία  $\alpha$   $\beta$  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**

Είναι ανάγκη χρήσης της **Ενεργού Δόσης** για την σύγκριση του κινδύνου μεταξύ διαφορετικών διαγνωστικών Μεθόδων με χρήση ακτίνων  $\alpha$  ή  $\gamma$  και ραδιοϊσότοπα

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

Το Sv ορίζεται ως το γινόμενο:

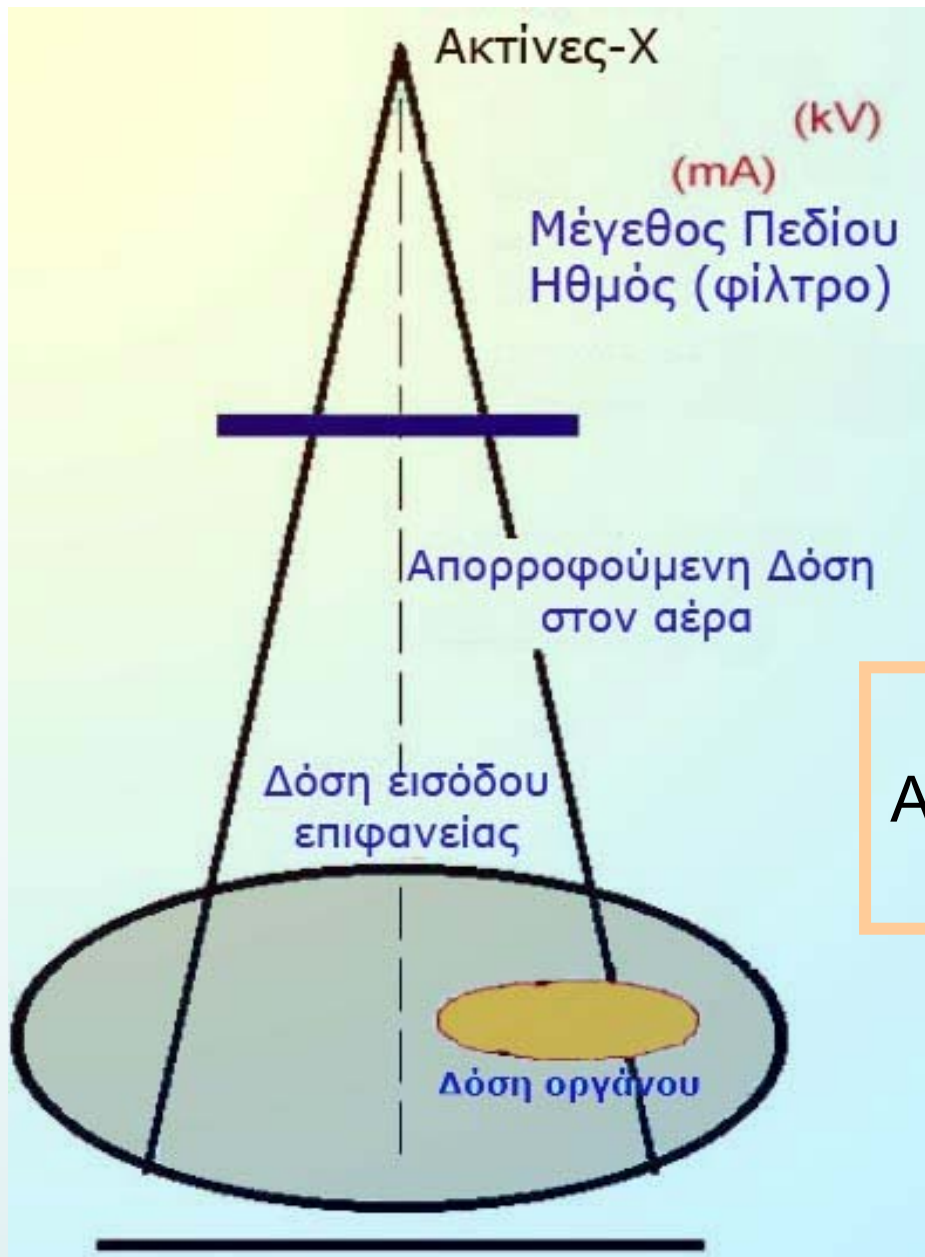
ο Της απορροφούμενης δόσης ακτινοβολίας  $D=1\text{ Gy}$   
ο Του συντελεστή ποιότητας της ακτινοβολίας  $Q$   
ο και παραγόντων ακτινευαισθησίας των ιστών και κατανομής της ενέργειας σ' αυτούς  $W$

Ο συντελεστής ποιότητας για την ακτινοβολία  $\alpha$  και  $\gamma$  είναι 1.

$$1\text{mSv}=1/1000\text{ Sv}$$

$$ED= D \times Q \times W$$

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

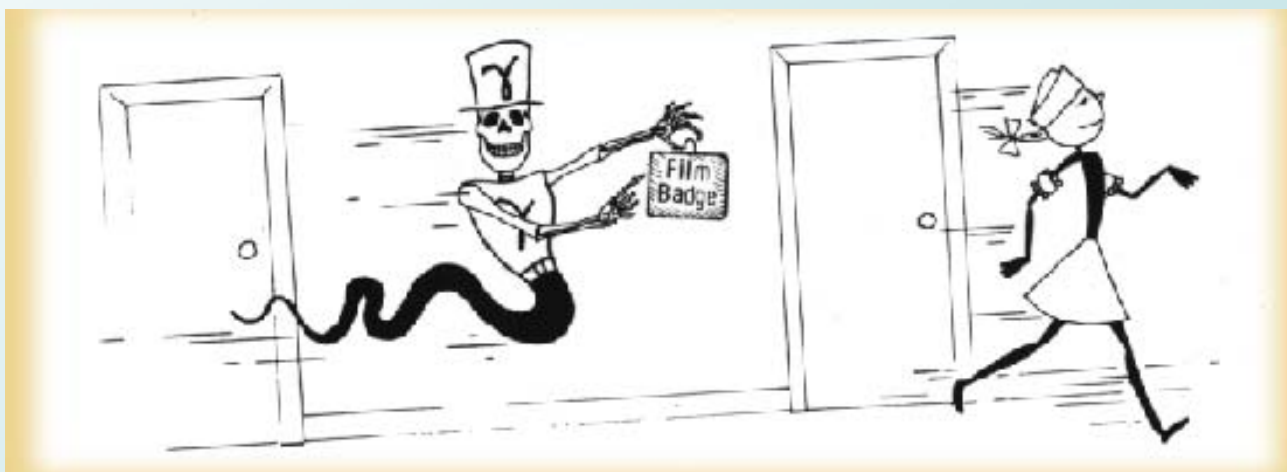


Παράμετροι  
Απορροφούμενης δόσης  
στον εξεταζόμενο

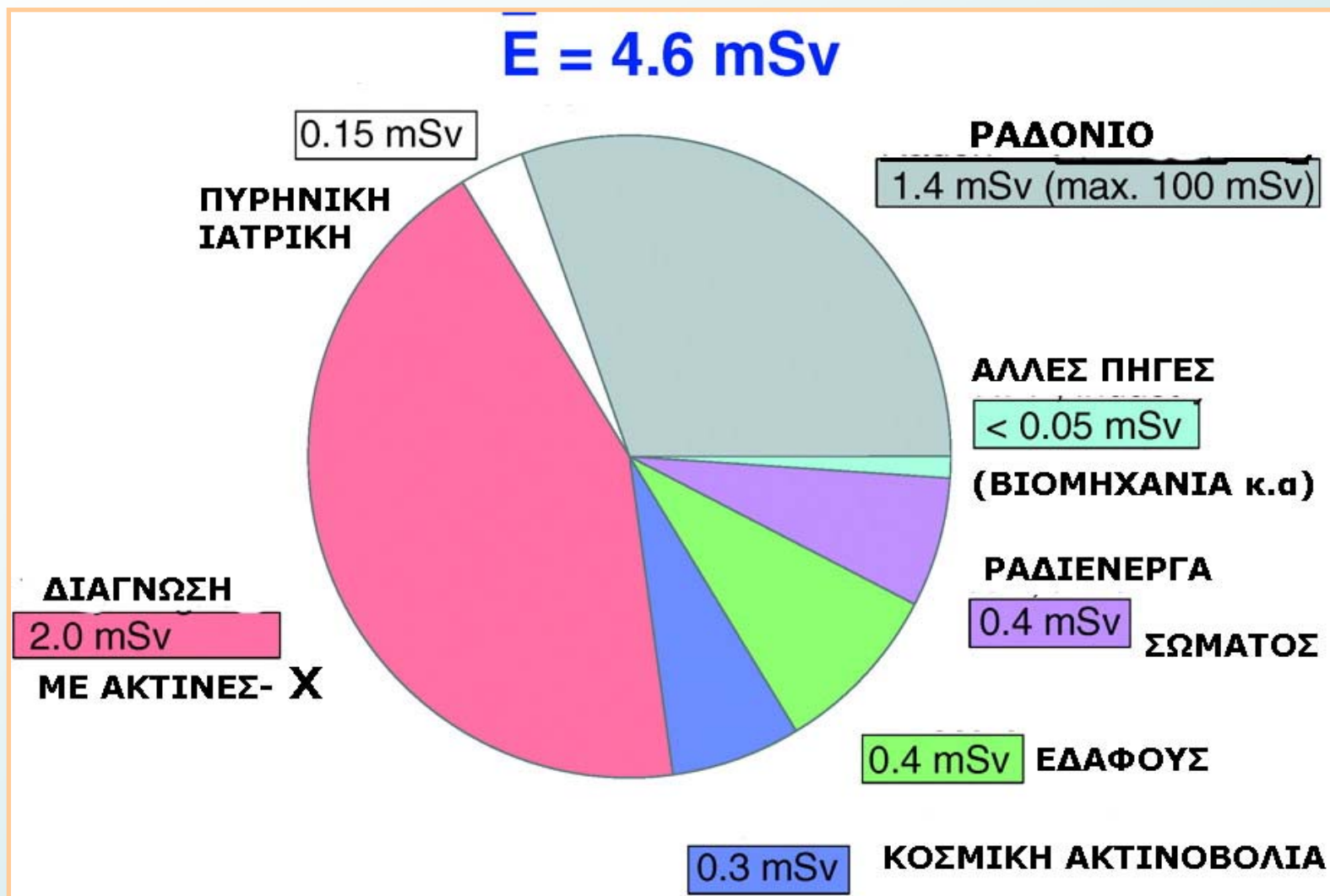
## Ακτινοπροστασία προσωπικού Μην χορεύετε !!! με την ακτινοβολία



Θωράκιση- απόσταση- χρόνος    Φοράτε πάντα δοσίμετρο

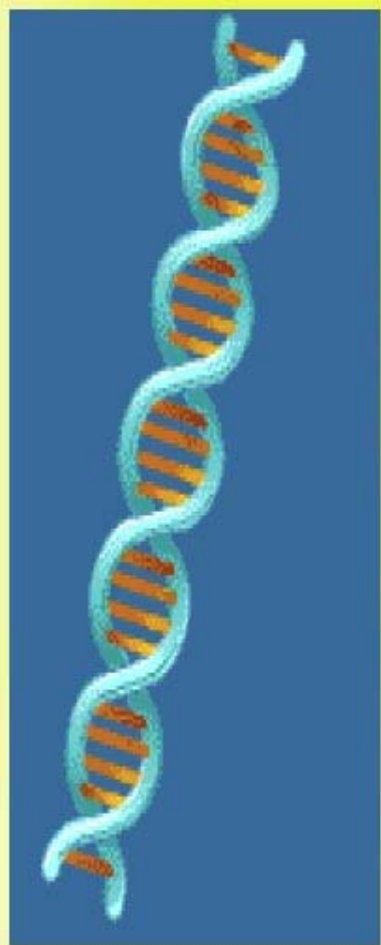


# Μέση Ολική Επιβάρυνση του πληθυσμού από την Ακτινοβολία





## ΣΤΑΔΙΑ ΔΡΑΣΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ



ΣΤΑΔΙΟ	ΧΡΟΝΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
Φυσικό	$10^{-17}$ έως $10^{-15}$ s	Ιονισμός και διέγερση
Χημικό	$10^{-14}$ έως $10^{-3}$ s	Δημιουργία ελευθέρων ριζών
Βιομοριακό	δευτερόλεπτα - ώρες	Βλάβες σε μεγαλομόρια, θραύσεις στο DNA
Βιολογικό	ώρες - δεκαετίες	Βλάβες στην υγεία του ατόμου

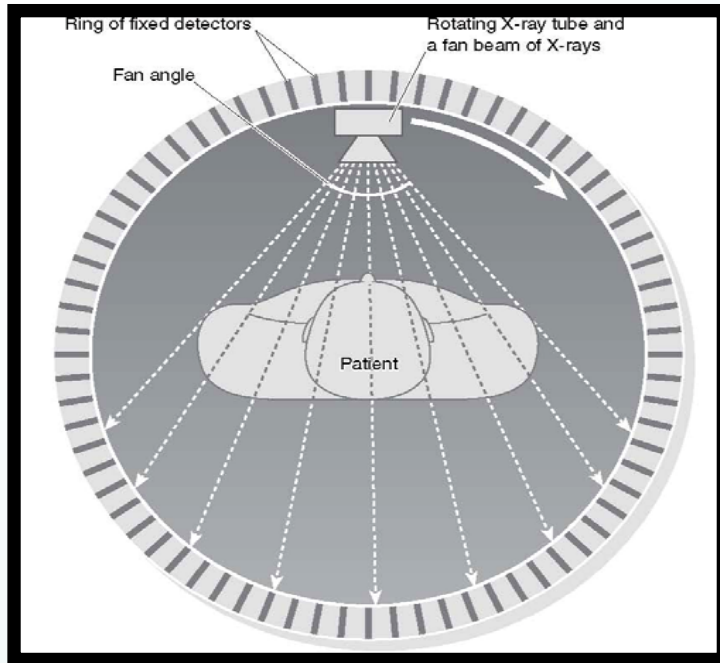
Οι βλάβες στα μεγαλομόρια όπως τα ένζυμα και οι πρωτεΐνες μπορούν να επιδιορθωθούν, οι βλάβες όμως στο DNA όχι.

# Αξονική Τομογραφία

Υπολογιστική Τομογραφία

CT

# Αρχή λειτουργίας του Αξονικού Τομογράφου



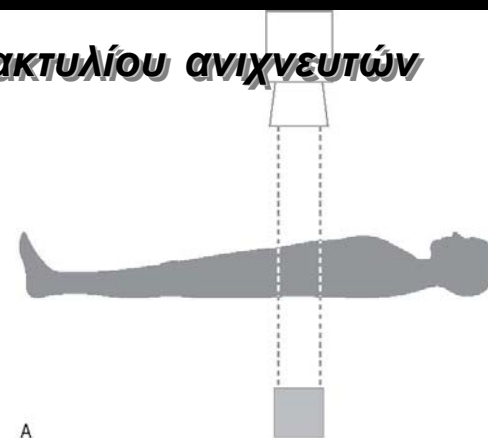
**Το 1972 για 1η φορά  
αναπτύχθηκε Αξονικός  
Τομογράφος (CT) από τον  
Sir Godfrey Hounsfield**

- 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 ακτινοβολίας που περνώντας το εσωτερικό του σώματος εξασθενούν ανάλογα με την πυκνότητα του ιστού

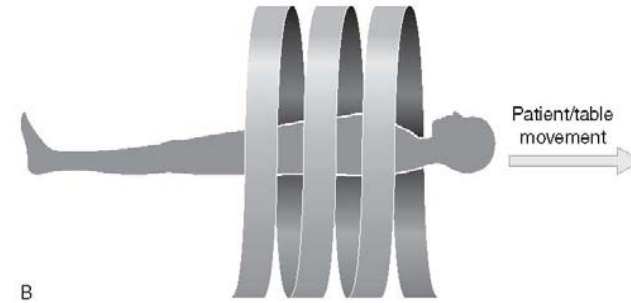
• Από τις καταγραφές των εντάσεων υπολογίζεται η **πυκνότητα** ή η τιμή της **εξασθένησης** του ιστού σε κάθε σημείο της τομής.

• Μετρήσεις γίνονται στην κλίμακα μονάδων Hounsfield (HU)

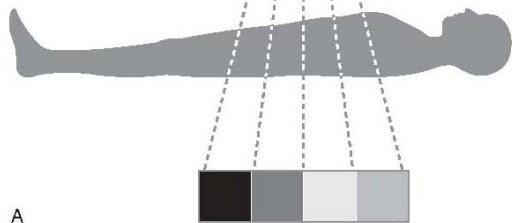
### ΑΤ μονού δακτυλίου ανιχνευτών



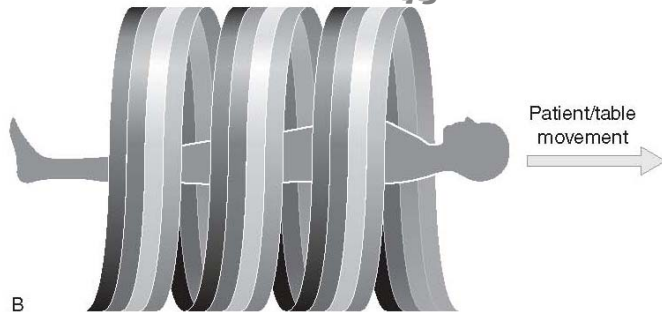
### Ελικοειδής ΑΤ (helical or spiral CT)



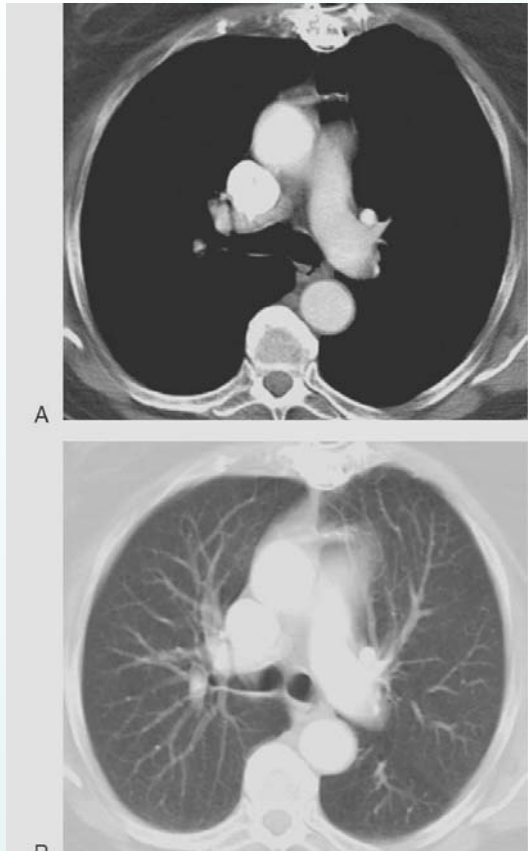
### Σύστημα πολλαπλών δακτυλίων ανιχνευτών



### Ελικοειδής ΑΤ πολλαπλών τομών



Εικόνες της αυτής τομής  
σώματος με διαφορετικά  
χαρακτηριστικά παραθύρου



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

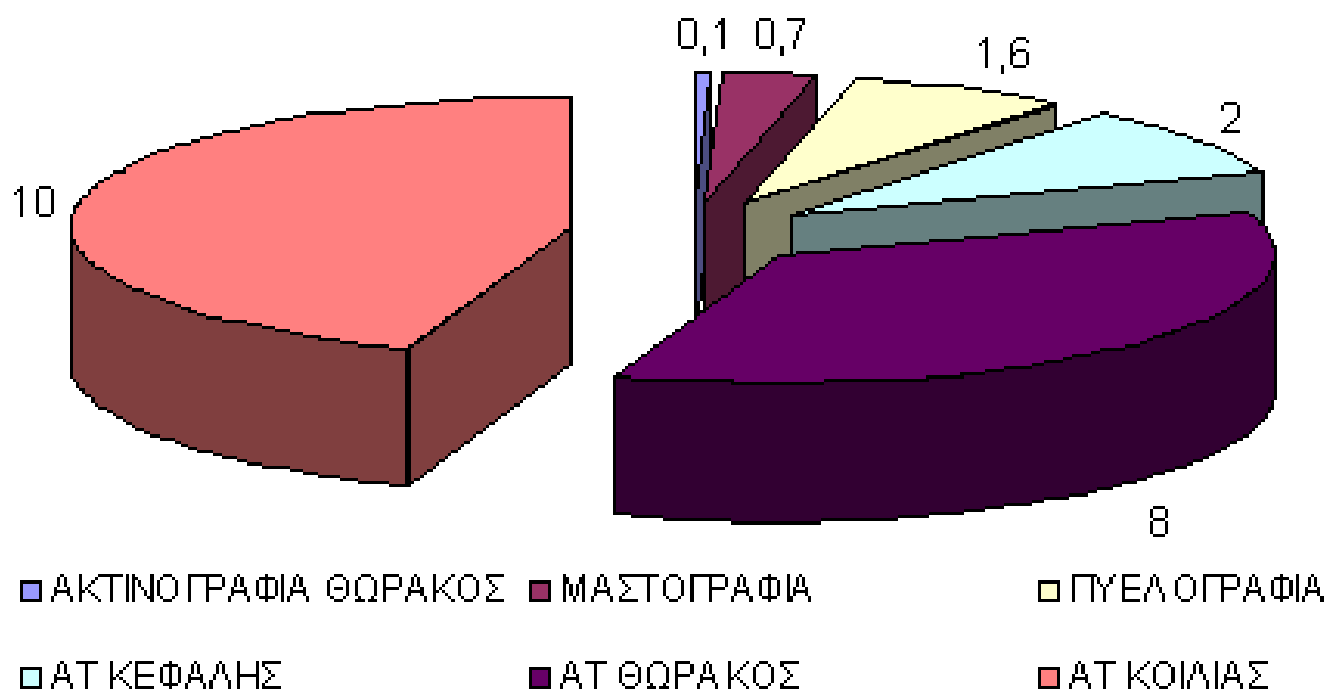
## Μειονεκτήματα & Artifacts

- 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 αμάγαμα) -σκλήρυνση της δέσμης-



## Σύγκριση επιβάρυνσης εξεταζομένων Ακτινογραφίες/ Αξονικές Τομογραφίες

ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΣ ΔΟΣΕΙΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ (mSv)



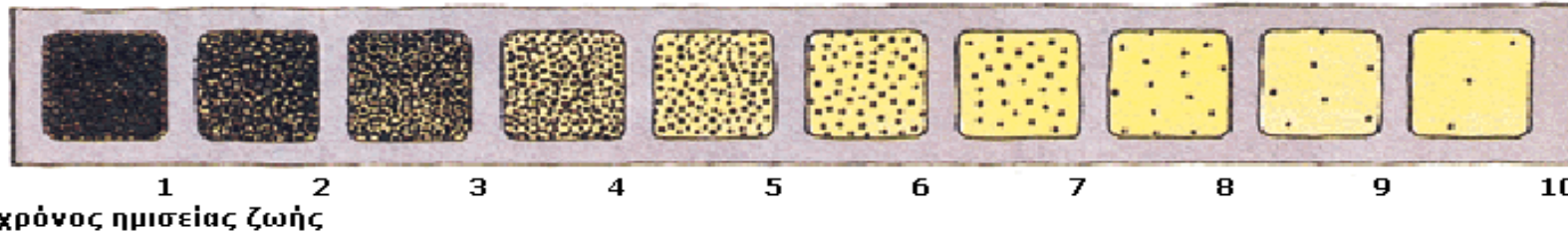
- Ραδιενέργεια;
- Ακτινοβολία;
- Ραδιομόλυνση;

- 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*

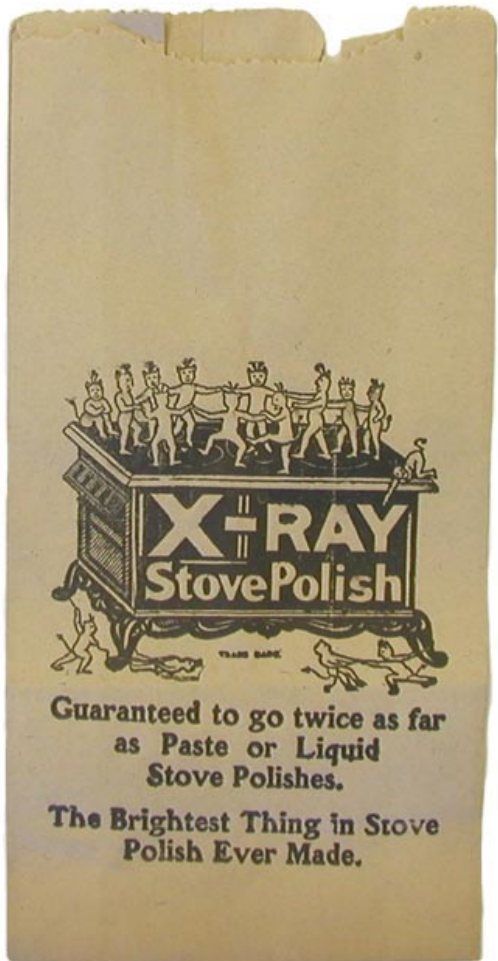
- Η ενεργότητα (ποσότητα) της ραδιενέργειας εκφράζεται σε Becquerel

1 Bq = 1 διάσπαση του ραδιενεργού πυρήνα / sec

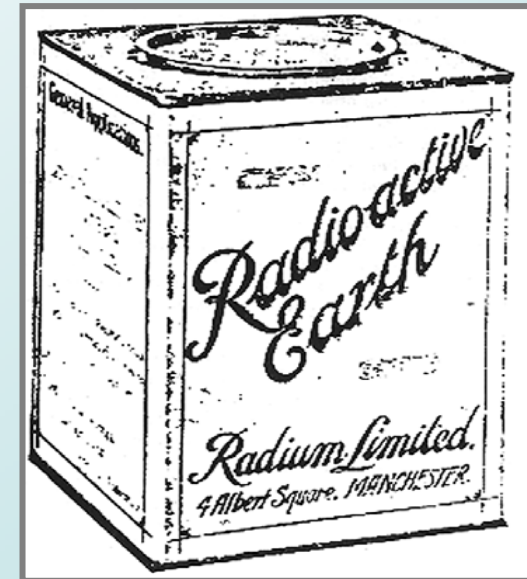
- Και η παραδοσιακή μονάδα; 1 Ci=  $37 \times 10^9$  Bq

*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

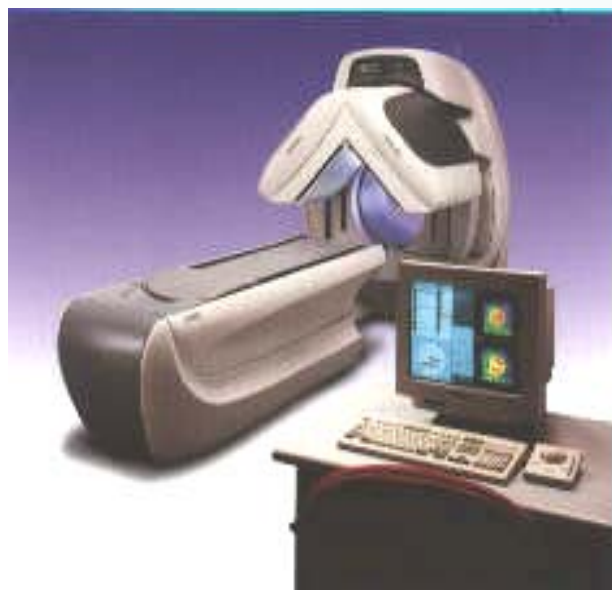


Ακτινοβόληση για αισθητικούς λόγους από ειδικό  
«εξειδικευμένο» αισθητικό και καλλυντικά που  
περιείχαν **ράδιο** ήταν ευρέως διαδεδομένα .

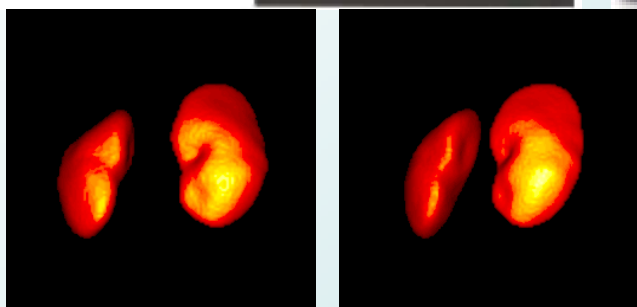
# Εξελίξεις στην τεχνολογία- Νέα συστήματα γ-camera



Θωράκιση σύριγγας



Ποζιτρονική γ-camera



Ανακατασκευή 3D εικόνας νεφρών σε  
διάφορες γωνίες περιστροφής



Η τρισδιάστατη  
απεικόνιση του οργάνου,  
αναδεικνύει την ανώμαλη  
επιφάνεια αυτού



## ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ

### Στοιχεία εσωτερικής δοσιμετρίας

- ◆ Η μέση απορροφούμενη δόση είναι η μέση εναπόθεση ενέργειας στον ιστό για ομοιόμορφη κατανομή του ραδιοφαρμάκου!
- ◆ Απαιτείται η γνώση φυσικών και βιολογικών παραμέτρων

#### Η απορροφούμενη δόση εξαρτάται από:

1. Την χορηγηθείσα ραδιενέργεια
2. Τον ενεργό χρόνο παραμονής της στην πηγή
3. Τον παράγοντα για τις χρόνο-ανεξάρτητες παραμέτρους  
(*ραδιοϊσότοπο, σχήμα & μέγεθος οργάνων πηγής & στόχου, απόσταση & μάζα στόχου*)

1. Η κατανομή ποικίλει με τον χρόνο και προσλαμβάνεται στο χώρο ανομοιογενώς
2. Τα ραδιοϊσότοπα όμως στέλνουν την ακτινοβολία ισότροπα
3. Επί πλέον, εξασθένηση και απορρόφηση της ακτινοβολίας εμποδίζουν να φθάσει σε μακρινά σημεία

Τα ραδιενεργά στοιχεία, που χρησιμοποιούνται στην διάγνωση, κατανέμονται στον ανθρώπινο οργανισμό ακολουθώντας κανόνες φαρμακοκινητικής & παθοφυσιολογίας και όχι κανόνες της Φυσικής!

# Διαγνωστικές εξετάσεις με Μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες

## Υπέρηχοι

## MRI

# ΥΠΕΡΗΧΟΙ

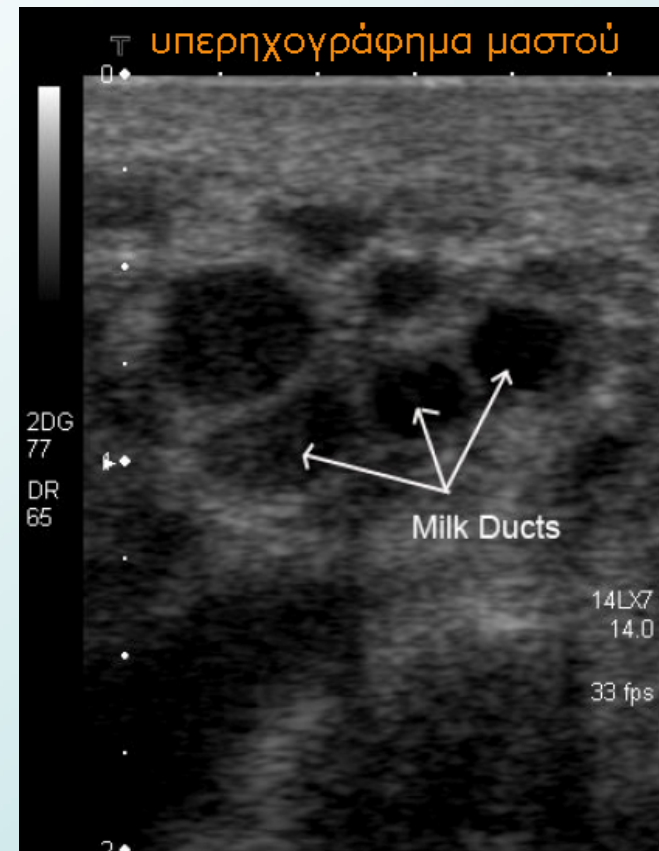
## Απεικόνιση

- ✓ 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

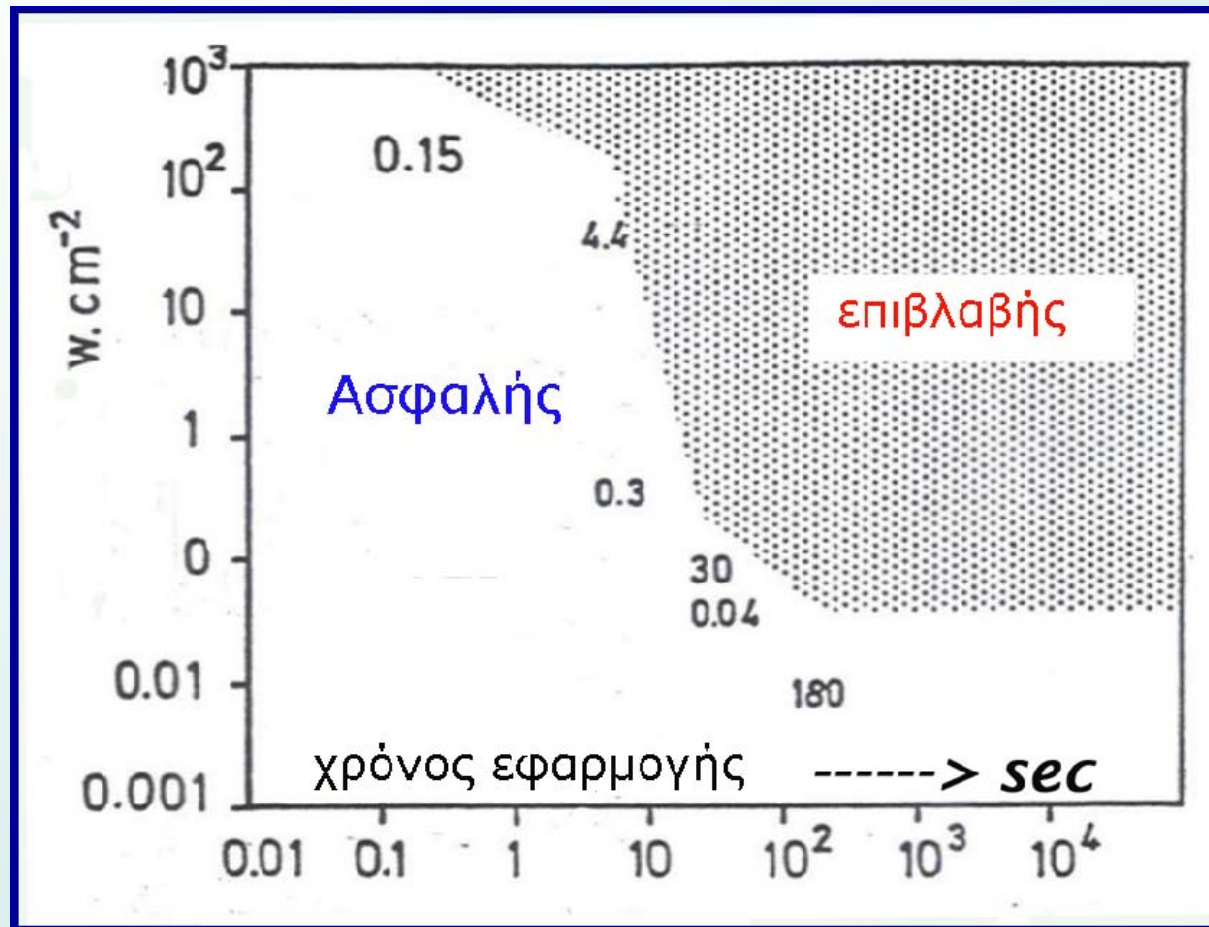
Η υπερηχητική ενέργεια μπορεί να διαδίδεται, όπως και οι ακτίνες-Χ, στους μαλακούς ιστούς και μπορούμε να παράγουμε ιατρικές εικόνες από όργανα στο εσωτερικό του σώματος

## Βασικές διαφορές μεταξύ Υπερήχων και ακτίνων-Χ

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

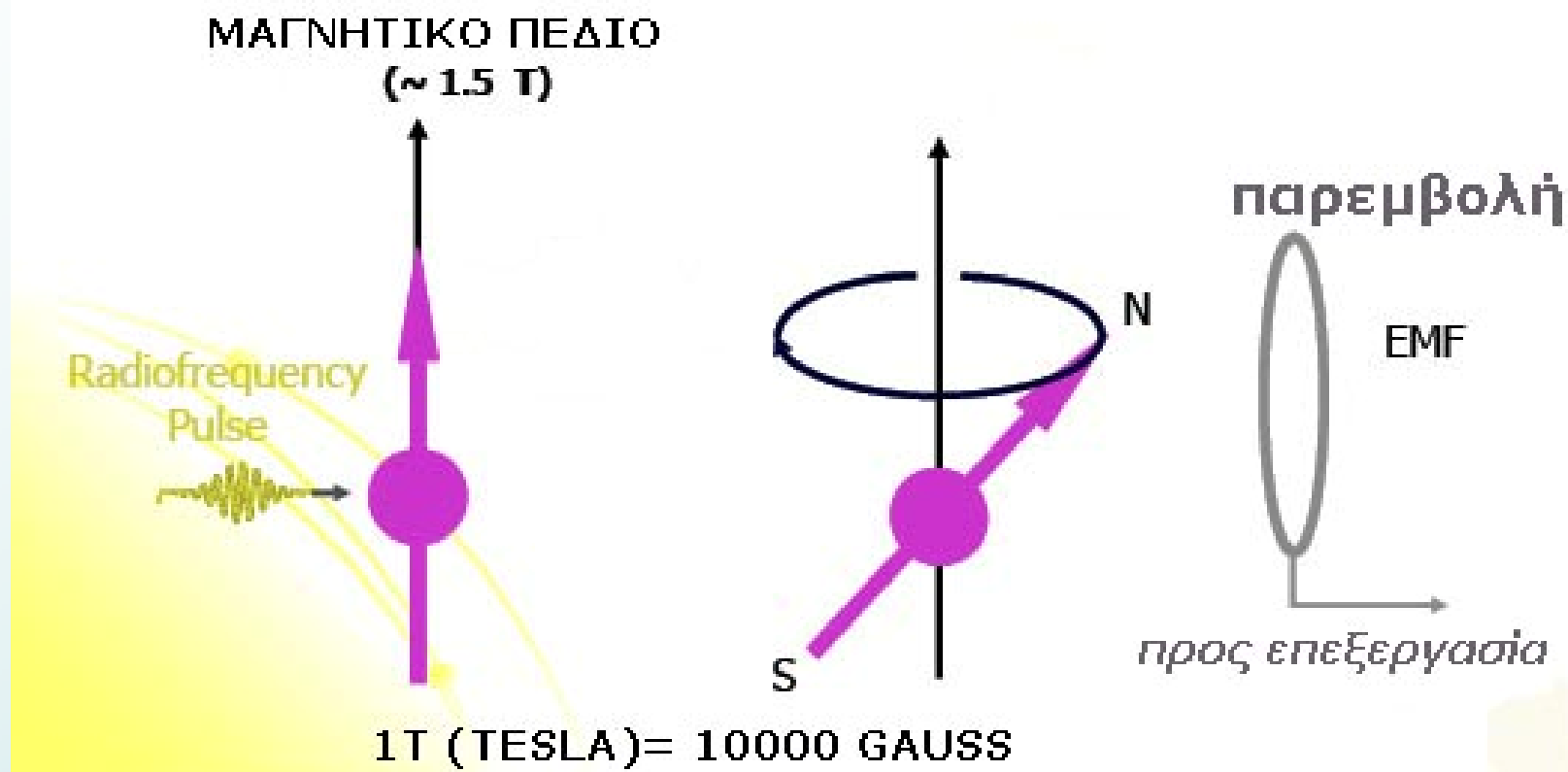
## Ασφάλεια χρήσης διαγνωστικών υπερήχων

Οι διαγνωστικοί υπέρηχοι χρησιμοποιούνται από το 1950  
Δεν πιστοποιήθηκε βιολογική δράση μη αναστρέψιμη  
από την χρήση τους μέχρι σήμερα (Μάρτιος 1998, ΑΙΥΜ)



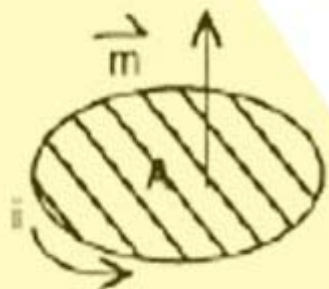


# Αρχή Απεικόνισης με Μαγνητικό Συντονισμό περιστροφή (spin)μετάπτωση (MRI) πρωτονίων Υδρογόνου

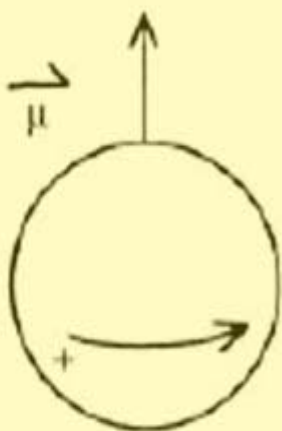




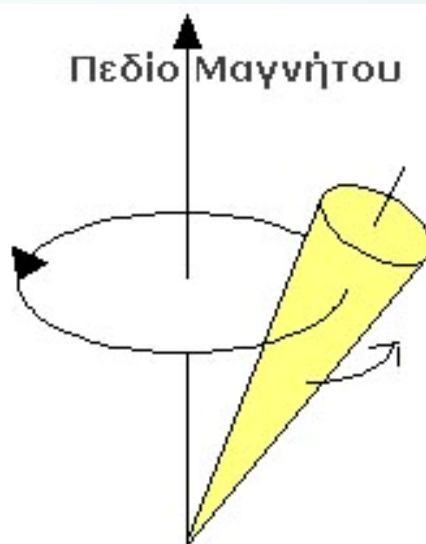
Μηχανική Ορμή



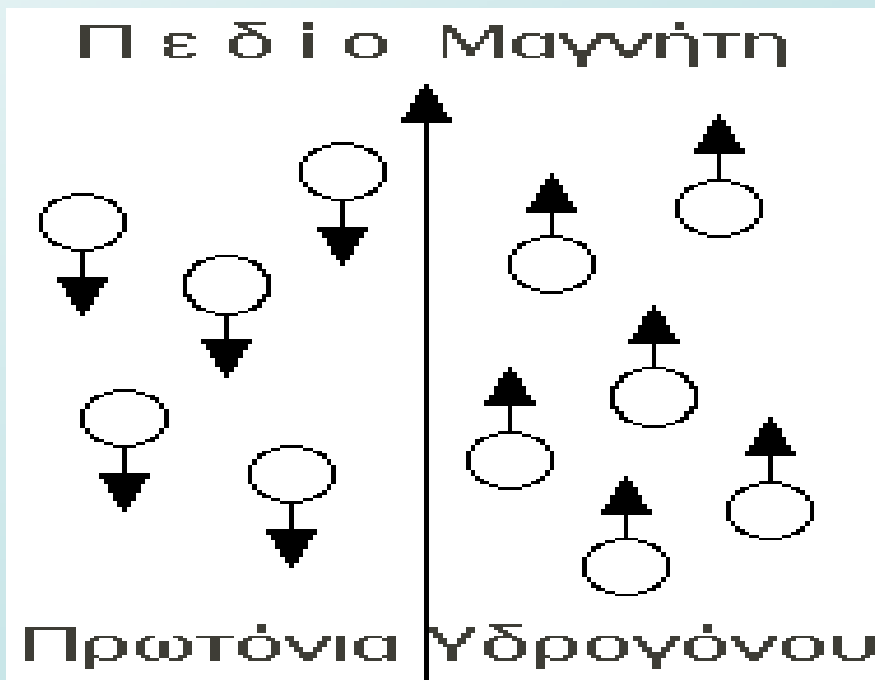
Μαγνητική Ορμή



Το spin των φορτίων παράγει μαγνητική Ορμή



μετάπτωση ατόμου Υδρογόνου

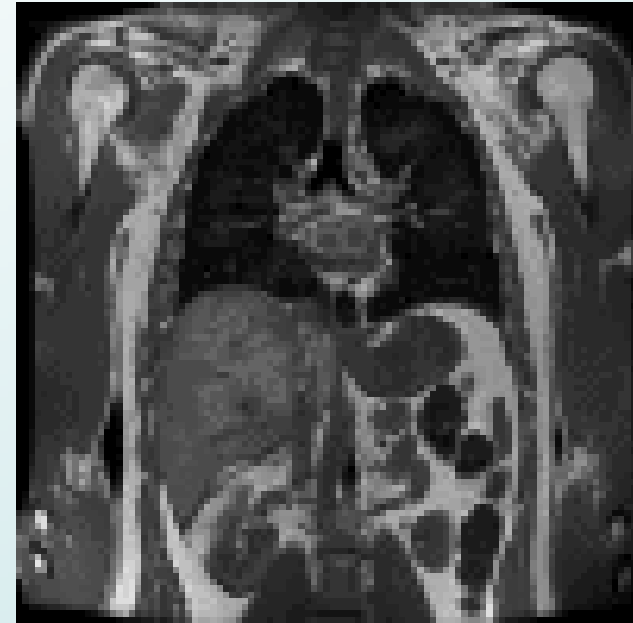


Πρωτόνια Υδρογόνου

Μαγνήτης 3Tesla

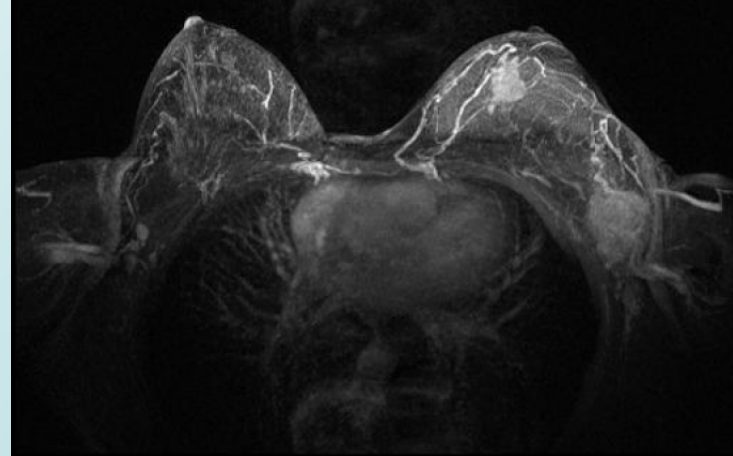
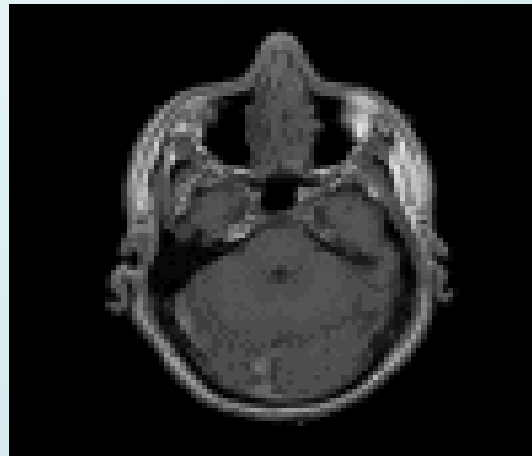
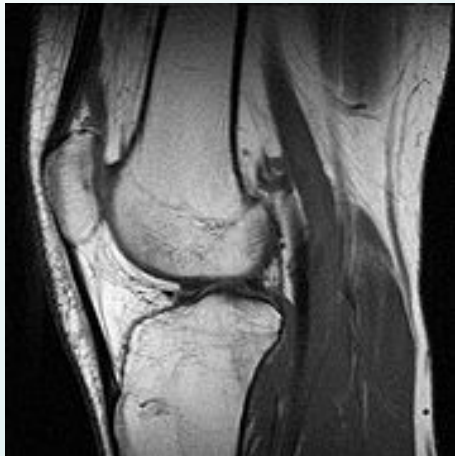


Κλειστοφοβία;



Ισχυρός μαγνήτης Προσοχή!

Μεταλλικά αντικείμενα/ απομαγνήτιση καρτών



# 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

**Διεθνείς οργανισμοί ICRP, ICRU**

*Μαρία Λύρα, Αν. Καθηγήτρια, Α' Εργαστήριο Ακτινολογίας, Παν/μιο Αθηνών*

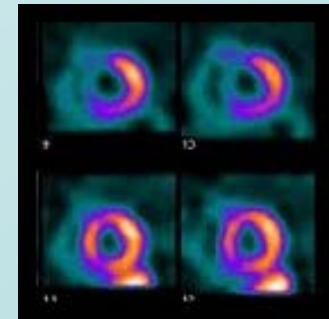
# Η ακτινοπροστασία σήμερα

- 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 της αύξησης:  
Μέση Ενεργός Δόση ανά ασθενή 3 mSv, (2006)

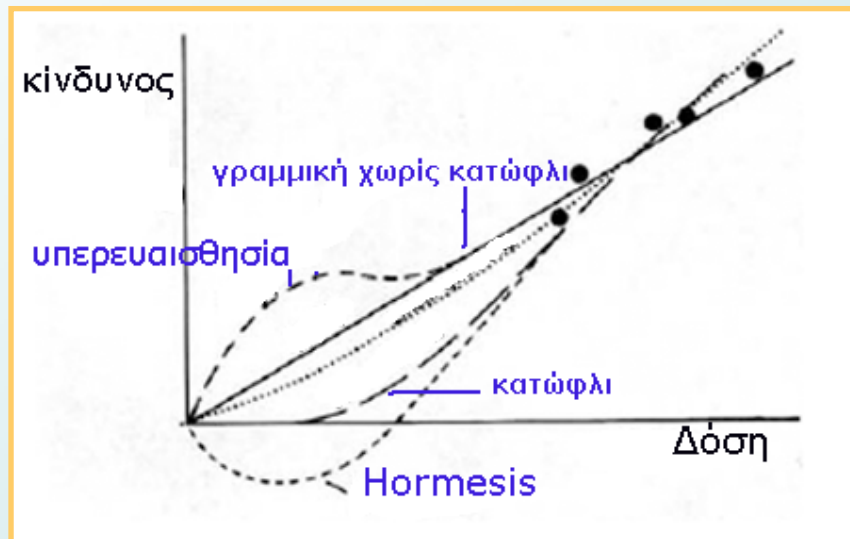




# Η σημασία του ALARA (As Low As Reasonable Achievable)

**Τόσο χαμηλά όσο είναι εφικτό**  
*Προστασία και Κανόνες ασφαλείας*

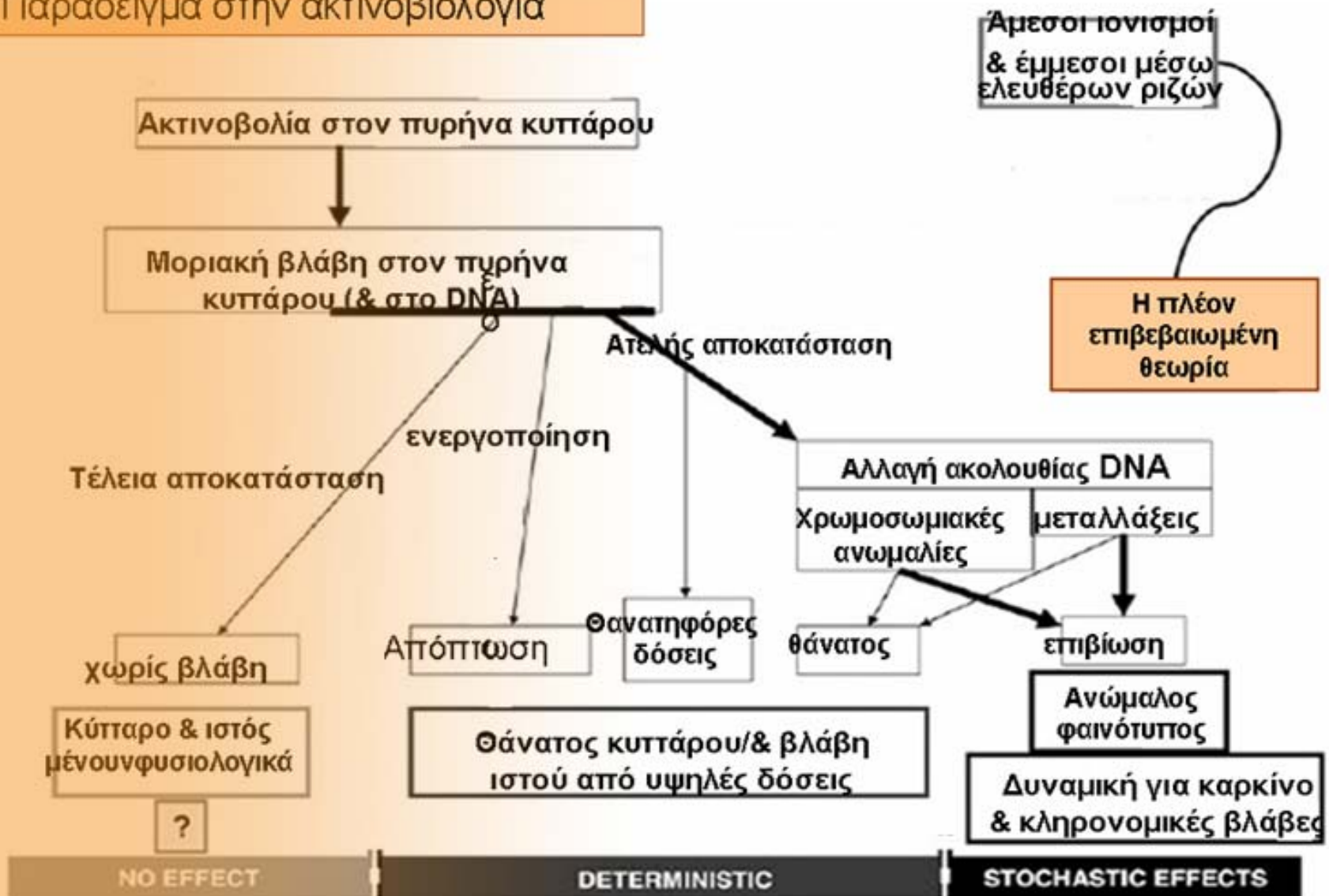
- Μεγάλες ποσότητες ακτινοβολίας βλάπτουν
- Δεχόμαστε την βιολογική απόκριση του ιστού στην ακτινοβολία, γραμμική- χωρίς κατώφλι-  
δηλ. υπάρχει πάντα βλάβη σε οποιαδήποτε έκθεση στην ακτινοβολία
- Αντίθετα: Μελέτες σε πληθυσμούς που ζουν σε διάφορα υποστρώματα ακτινοβολίας δείχνουν ότι: Σε χαμηλές δόσεις 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